3e Série, t. XXI. — 1893. — N° 3.

LIBRARY OF STANFORD UNIV.

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

(CETTE SOCIÉTÉ, FONDÉE LE 17 MARS 1830, A ÉTÉ AUTORISÉE ET RECONNUE COMME ÉTABLISSEMENT D'UTILITÉ PUBLIQUE, PAR ORDONNANCE DU ROI DU 3 AVRIL 1832)

TROISIÈME SÉRIE

TOME VINGT-ET-UNIÈME

Notes et Mémoires : Feuilles 10-17.
(Pl. IV-VI).

PARIS
AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ
Rue des Grands-Augustins, 7

1893

Le Bulletin paraît par livraisons mensuelles
Décembre 1893

AVIS

Le Secrétaire rappelle aux membres de la Société géologique les décisions suivantes, prises par le Conseil :

Les Membres de la Société doivent acquitter leur cotisation à partir du 1er janvier, s'ils veulent recevoir le Bulletin au moment de la publication. — Le Trésorier est autorisé à faire recouvrer les cotisations à domicile, par la poste, avec un supplément de 0,85 c. pour les frais d'encaissement.

Les Membres doivent adresser, d'une manière impersonnelle, tous les envois d'argent et les mandats à *Monsieur le Trésorier de la Société géologique de France* et toute la correspondance à *Monsieur le Secrétaire de la Société géologique de France.*

Les manuscrits seront conservés dans les Archives de la Société et ne seront pas communiqués aux auteurs en même temps que l'épreuve qu'on leur adressera. De plus, il ne sera envoyé qu'une seule épreuve aux auteurs.

Il ne doit être publié dans le Bulletin ou le Compte-Rendu aucun nom d'espèce ou de genre nouveau dont l'auteur n'a pas fourni une description accompagnée de figure.

Le nom spécifique de tout fossile cité doit être suivi du nom de l'auteur qui a fait l'espèce.

Les demandes de tirages à part doivent être adressées directement au Secrétaire de la Société qui se charge, dans ce cas, de veiller à leur exécution.

Les Comptes Rendus des séances paraissent dans les quinze jours qui suivent la séance et ne sont pas réimprimés dans le Bulletin.

Les différents fascicules du Bulletin renferment seulement les Notes et Mémoires envoyés par les auteurs et acceptés par la Commission du Bulletin ; dans la composition de ces fascicules il n'est tenu aucun compte des dates des séances de la Société, les mémoires étant imprimés à la suite, en tenant compte seulement de la date du dépôt des manuscrits au secrétariat.

Pour chaque mémoire, une note infrapaginale indique la date de la communication, la date du dépôt du manuscrit et la date du bon de correction donné par l'auteur.

La date du bon à tirer de chaque feuille est inscrite au bas de la première page de la feuille.

Le Secrétaire prie les auteurs de vouloir bien, dans leurs manuscrits :

Souligner les noms d'espèces ;

Mettre une majuscule à tous les noms de terrains et d'étages employés comme substantifs et à tous les noms de groupes zoologiques et botaniques ;

Ecrire avec beaucoup de soin, surtout dans les notes destinées au Compte-Rendu, les noms d'auteurs, de localités et de fossiles.

Séparer les figures du texte pour en faciliter la reproduction par le dessinateur.

Les cailloux du sommet appartiennent à une station des eaux comprise entre la terrasse de 320^{m} et celle de 160^{m}. La première, de 320^{m}, manque parce que les montagnes ne sont pas assez hautes pour nous en conserver les traces. Quant à celle de 160^{m}, elle est très nettement représentée par des alluvions qui tracent une courbe horizontale tout autour de la montagne à cette hauteur au-dessus de la rivière. On trouve toujours à la base le lehm primitif et au-dessus la trace du Diluvium du Nord, lorsque la coupe se prête, par son épaisseur, à une observation aussi complète.

La terrasse de 80^{m}, observable de la même façon sur les flancs de toute la montagne, offre un intérêt tout particulier ; son niveau est très près de celui des cols qui séparent le haut Arize de la vallée de cette rivière en aval de la grotte. Parmi ces cols, l'un est situé presque au-dessus de la grotte et montre par les alluvions qu'on trouve à ce niveau, en aval, qu'il a servi de passage à la rivière. L'autre col est situé à l'Est, il a la forme d'un vaste déversoir et présente en travers du col, une crête horizontale ; en amont, on trouve un dépôt de lehm très épais, en aval des pentes rapides.

La terrasse de 40^{m} offre, en aval du Maz-d'Azil, des cailloux remaniés qui ressemblent beaucoup à des blocs erratiques glaciaires, mais je n'ai pu y trouver aucune strie.

La terrasse de 20^{m} et celle de 10^{m} sont très nettement indiquées, en amont de la grotte, par des alluvions. On en voit aussi les traces en aval. Au-dessous d'elles, un niveau de galets à coloris, qui ont perdu leurs couleurs, montre que la rivière est stable depuis le début de l'époque géologique moderne. Cette régularité de la rivière confirme ce que j'ai déjà dit à plusieurs reprises de l'exactitude du chronomètre de la Saône, qui se trouve du reste largement confirmée par la régularité des faits de l'histoire.

RÉSUMÉ

Après avoir décrit la grotte du Maz-d'Azil, je montre que si, par le fait des circonstances dérivant de la situation de la grotte et des conditions d'habitation, la trace du *Diluvium final du nord* nous échappe entre les dernières stations quaternaires magdaléniennes et la première civilisation moderne à cailloux coloriés, découverte, collectionnée et publiée par M. Piette, une lacune néanmoins considérable existe entre ces deux civilisations, dont les habitudes restent malgré cela les mêmes, sans doute à cause d'une communauté d'origine de ces divers peuples.

Ensuite j'ai montré que le Quaternaire de la grotte du Maz-d'Azil offrait deux civilisations, placées à des hauteurs différentes au-dessus de la rivière. La plus récente, qui est la plus inférieure, offre plusieurs stations magdaléniennes superposées, renfermées dans une alluvion sableuse recouverte par le lehm de la terrasse de dix mètres La plus ancienne repose sur les lehms de la terrasse de vingt mètres. On ne trouve plus, au-dessus, aucune trace de l'existence de l'homme.

A l'époque de l'homme, la grotte actuelle est ouverte à la rivière; mais auparavant elle était déjà ouverte dans une autre direction, ainsi que le prouvent des alluvions et un lehm à ossements d'ours, situés à environ quarante mètres au-dessus de l'Arize, dans une ramification supérieure de la grotte. Ensuite j'ai indiqué qu'en dehors de la grotte, on pouvait suivre partout la preuve de l'existence des hautes terrasses de quatre-vingts mètres et de cent soixante mètres, indiquées par des replats de la montagne, des dépôts abondants de lehm et des traînées horizontales de cailloux.

Les trois terrasses inférieures sont indiquées de même en amont et en aval de la grotte. Quant aux terrasses de trois cents et de six cents mètres, la hauteur des montagnes est insuffisante pour nous les indiquer.

Vallées du Jura.

Depuis qu'en septembre 1892, j'ai fait, avec le très gracieux concours de notre savant confrère M. Piette, l'étude détaillée du Quaternaire des environs du Maz-d'Azil et de sa grotte, déjà explorée par plusieurs de nos confrères, MM. Garrigou, Filhol, etc., j'ai parcouru diverses vallées du Jura. Dans toutes ces vallées, j'ai constaté les mêmes faits qu'auprès du Maz-d'Azil; dans toutes, on trouve, aussi haut qu'on peut l'observer, des traces des rivages de toutes les terrasses quaternaires que j'ai déjà signalées depuis longtemps à la Société.

La région où les terrasses sont le plus groupées et le mieux indiquées, sur un point d'accès facile, est certainement la boucle de la rivière d'Ain qui entoure la gare de Cize-Bolozon. La rivière d'Ain est sur ce point à 263 mètres d'altitude, sous le viaduc du chemin de fer. La terrasse de dix mètres existe en amont et en aval sur les deux rives; celle de vingt mètres est la plus rare, elle est indiquée par la hauteur du pont de la route, situé sous celui de la voie ferrée, à vingt-deux mètres au-dessus de la rivière. On les voit en amont et en aval du viaduc, sur chaque rive, dans des courbes concaves.

La terrasse de quarante mètres est aussi très nette au début de la boucle de l'Ain. Enfin, la terrasse de quatre-vingts mètres est assez facile à trouver, car le viaduc a cinquante-deux mètres au-dessus de la rivière et peut ainsi servir de jalon pour mesurer les hauteurs. Quant aux terrasses plus élevées, elles sont données par les cotes d'altitude de la carte. A tous ces niveaux, on trouve des alluvions qui renferment quelques cailloux alpins, ce qui prouve que ces alluvions sont postérieures aux grandes extensions des glaciers des Alpes. Parmi ces alluvions, on trouve à tous les niveaux des dépôts de cailloux, de plusieurs mètres d'épaisseur, qui sont une preuve évidente d'un stationnement des eaux.

Parmi ces terrasses, la plus intéressante et la plus controversée est celle de six cents mètres. On en trouve l'alluvion auprès de Napt, au-dessus de la gare de Cize. Cette alluvion est, sur ce point, formée aux dépens d'une moraine encore intacte à la base de l'alluvion. En outre, cette alluvion n'est recouverte par rien, elle est simplement remaniée à la surface par le Diluvium final du Nord, ce qui prouve qu'elle est quaternaire. Elle est ainsi quaternaire et postérieure à la dernière grande extension des glaciers jusqu'aux portes de Lyon et de Bourg. En face du rivage sur lequel repose cette alluvion, il n'y a que la chaîne du Mâconnais, située à cinquante kilomètres à l'Ouest, qui puisse servir de rivage opposé à cette nappe d'eau.

Cette situation prouve que les alluvions de six cents mètres ne sont pas interglaciaires, ainsi qu'on le prétend souvent, mais au contraire postérieures aux derniers glaciers quaternaires qui précèdent l'homme. Entre l'homme et les glaciers, on trouve les terrasses de quarante, de quatre-vingts, de cent soixante, de trois cents et de six cents mètres.

Ces divers faits se retrouvent dans les diverses autres vallées que j'ai visitées, mais moins rassemblés.

Parmi ces vallées, il y en a une qui est particulièrement intéressante, c'est la gorge qui livre passage au chemin de fer, entre Ambérieux et Culoz. E. Benoit y a signalé, d'une façon précise, l'existence de l'*Elephas primigenius*, au pied de l'une des falaises de rocher de cette gorge, entre Thenay et l'Hôpital, sous les éboulis enlevés par le chemin de fer. Or, la gorge de Thenay n'offre jusqu'ici aucune trace certaine de son occupation par les grands glaciers alpins, et le même fait existe pour la cluse du lac de Nantua. Ces cluses, dont les sommets environnants sont couverts de terrain glaciaire, peuvent donc être admises, comme n'ayant été ouvertes qu'après la ve-

nue et le retrait des glaciers de Lyon; mais la présence de l'*Elephas primigenius* les place néanmoins assez loin dans le Quaternaire (1). L'étude des terrasses fixe l'âge de l'ouverture de la cluse de Thenay, vers l'âge qui sépare les terrasses de trois cents mètres de celles de cent soixante mètres ; il en est de même de plusieurs autres cluses.

A cette époque, l'Ain abandonne le lit de la vallée de la Reyssouse, qui passe à Bourg, pour suivre celui qu'il suit aujourd'hui, du Pont-d'Ain à Château-Gaillard.

C'est à une date très voisine que le Tanaro cesse d'être un affluent du Pô, en amont de la colline de la Superga, pour passer par l'Astesan. On voit ainsi que la configuration du sol s'est modifiée dans ses détails à l'époque des grandes terrasses quaternaires, aussi bien sur l'Ain et la Reyssouze, que dans les environs de Turin, ou dans la région des Pyrénées, au Maz-d'Azil et au cirque de Gavarnie. L'étude des terrasses vient ainsi élucider quelques problèmes restés jusqu'ici obscurs dans la succession quaternaire.

Mais il reste un fait bien surprenant, déjà signalé, et que des fouilles récentes faites à Bourg viennent confirmer de nouveau ; c'est que le lit d'étiage quaternaire, le fond du lit des rivières quaternaires, est dès le début, après le retrait des glaciers de Lyon, de Bourg, etc., plutôt un peu au-dessous du lit actuel des rivières qu'au-dessus de ce lit, ce qui démontre la fixité du niveau d'étiage de l'Océan et prouve que les oscillations de sa surface ne sont pas dues à des mouvements du sol de nos continents. Tous les mouvements du sol ont produit des failles, des plis et des froissements de couches, qui ont détruit le nivellement ancien de ces assises; tandis que le nivellement général du début du Quaternaire à *Elephas primigenius* est encore concordant avec le nivellement des rivières actuelles. Il faut donc chercher aux mouvements de l'océan une autre cause que celle des mouvements des continents, et renoncer à l'expression de plages soulevées.

(1) Il est autrement dans la gorge de Sélignat et dans la vallée du Suran, où le glaciaire existe jusqu'au fond de ces vallées, tout autour de Simandre et y forme la moraine frontale de sa plus grande extension.

(Note ajoutée pendant l'impression).

ÉTUDE SUR LES *OPPELIA* DU GROUPE DU *NISUS* ET LES *SONNERATIA* DU GROUPE DU *BICURVATUS* ET DU *RARESULCATUS*,

par M. Charles SARASIN (1)

(Pl. IV-VI).

D'Orbigny avait figuré dans sa Paléontologie française, sous le nom d'*Ammonites Nisus*, une espèce plate, à ombilic très étroit et ne présentant pas d'ornementation. Le dessin des cloisons qu'il en donne est très inexact, vu la complication extrême de celles-ci. C'est par suite de l'insuffisance de ces données que l'on a constamment confondu, et d'Orbigny semble l'avoir fait lui-même, le *Nisus* avec une série de formes du groupe du *bicurvatus* qui en sont bien différentes. Le premier but à atteindre dans ce travail sera donc de distinguer sûrement ces deux groupes et de les caractériser exactement, soit par leurs cloisons, qui ne se ressemblent nullement, soit par leur forme générale. Nous remarquerons ensuite que dans le groupe du *Nisus* il y a, outre la forme type, plusieurs espèces moins évoluées et s'en distinguant nettement. De même, dans le groupe du *bicurvatus*, on a jusqu'ici constamment confondu plusieurs espèces différentes.

Quant à la position à donner au *Nisus* et au *bicurvatus* dans la classification des ammonites, les avis les plus divers ont été émis ; on rapproche en général ces deux formes, tandis qu'elles appartiennent évidemment à deux groupes différents, et on les met tantôt dans les *Amaltheus*, tantôt dans les *Oxynoticeras*, tantôt dans les *Phylloceras*, tantôt dans les *Desmoceras*, en se basant uniquement sur une vague analogie extérieure et sans tenir compte des cloisons, qui sont pourtant très caractéristiques. Après une étude approfondie, je me vois obligé de séparer les deux groupes et de faire rentrer le *Nisus* avec les formes voisines dans les *Oppelia*, tandis que les espèces du groupe du *bicurvatus* doivent être rapprochées des *Sonneratia* du Gault.

(1) Communication faite dans la séance du 15 Mai ; manuscrit remis le même jour ; épreuves corrigées par l'auteur parvenues au Secrétariat le 27 octobre.

I

Comparaison des *Oppelia* jurassiques et crétacées

Les formes du groupe du *Nisus* représentent différents stades d'évolution d'un même type, avec toujours la même forme générale et le même plan de cloisons. Pourtant les différences qui les séparent sont trop grandes pour qu'on puisse les laisser réunies sous un même nom spécifique, comme elles l'ont été jusqu'ici. Je suis ainsi arrivé à établir, à côté de l'espèce typique, trois autres espèces moins évoluées et présentant des caractères bien nets dans l'ornementation. Les différenciations consistent dans le nombre, la forme et le développement des côtes. Mais entre ces quatre nouveaux types, j'ai retrouvé une infinité de variétés et en particulier les cloisons diffèrent dans chaque échantillon.

C'est cette variabilité qui fait qu'au premier abord on a quelque peine à distinguer des espèces dans ce groupe, mais au bout de quelque temps d'étude on arrive à retrouver très clairement des caractères communs aux différentes variétés et inhérents à l'espèce.

Toutes les variétés appartenant au groupe du *Nisus* sont des formes plates carénées sans ornementation ou avec des côtes falciformes plus ou moins marquées. Quant aux cloisons, elles sont formées d'un lobe siphonal large et un peu moins profond que le 1er lobe latéral, d'un 1er lobe latéral, en général étroit et se terminant en 3 parties, d'un 2e lobe latéral, le plus souvent fortement dissymétrique, et de 4 ou 5 autres lobes reproduisant la forme du 2e lobe latéral et dont les 2 ou 3 derniers prennent parfois une forme bifide. La selle siphonale est divisée en deux parties très dissymétriques par un lobule incliné vers l'extérieur, la 1re selle latérale est beaucoup plus développée que la selle siphonale, les selles suivantes sont peu développées et divisées à peu près symétriquement par un lobule médian. Ce qu'il y a de très caractéristique dans les cloisons de ce groupe, c'est la forme falciforme de la tangente aux selles, qui reproduit celle des côtes et probablement celle de la bouche. Cette forme est due au grand développement de la 1re selle latérale, dont le sommet correspond toujours au coude fait par les côtes.

Les quatre espèces d'*Oppelia* de l'Aptien ont une grande analogie entre elles et cette analogie est plus manifeste encore si l'on considère un grand nombre d'échantillons. Nous avons ici un groupe

de formes variant seulement quant au degré de leur évolution. Ceci dit, j'indiquerai en quelques mots pourquoi j'ai rapproché ces espèces des *Oppelia* du Bajocien.

MM. Zittel et Steinmann placent l'*Am. Nisus*, ainsi que l'*Am. bicurvatus*, dans les *Placenticeras*, mais il est difficile de trouver les raisons qui ont pu pousser à ce rapprochement, car il n'y a entre ces formes et l'*Am. placenta* qu'une vague analogie extérieure, et la forme caractéristique des cloisons de *Placenticeras*, avec leurs lobes adventifs et leurs nombreux lobes auxiliaires, n'a aucun rapport avec celle des cloisons des *Nisus*. Il me paraît de même impossible de rapprocher ces formes aptiennes des *Amaltheus*, des *Phylloceras* ou des *Desmoceras* comme cela a été fait dans différentes collections.

Les *Oppelia*, au contraire, présentent avec les espèces décrites une série de caractères communs, soit dans le caractère général de l'ornementation, soit dans le plan et la forme des cloisons. C'est sur ce dernier caractère que je m'étendrai spécialement ici, étant donné que c'est par lui qu'on peut le mieux suivre l'évolution dans un groupe. Dans l'*Oppelia subradiata*, dont je donne un dessin de cloisons plus bas (Fig. 6), nous trouvons déjà les principaux caractères des cloisons de l'*Am. Nisus;* la selle siphonale est nettement dissymétrique, la 1re selle latérale présente également cette dissymétrie caractéristique et dépasse toutes les autres selles en hauteur ; les selles suivantes présentent exactement le même plan dans les *Am. subradiatus* et les *Am. Nisus*. De même les lobes offrent une grande analogie dans les deux formes. Il y a pourtant des différences importantes à noter ; ainsi la selle siphonale se relève beaucoup à sa partie interne dans le *subradiatus*, tandis que dans le *Nisus* ses deux parties sont presque à la même hauteur. La 1re selle latérale est beaucoup moins large dans l'espèce bajocienne que dans celle de l'Aptien.

Le lobe siphonal est également différent dans les deux formes. Mais, malgré ces différences, il est indéniable que les deux espèces sont très voisines, d'autant plus que les différences diminuent si l'on compare des formes jeunes. En outre l'on voit déjà, dans les *Oppelia* de l'Oxfordien et du Tithonique, les caractères des *Am. Nisus* se manifester. Enfin, un caractère auquel j'attache une grande importance et qu'on retrouve déjà chez les *Oppelia subradiata*, c'est la forme de la tangente aux selles reproduisant celle des côtes. L'ornementation générale des *Am. Nisus* reproduit en outre absolument celle des *Oppelia* typiques.

Il me semble donc rationnel de faire rentrer les *Am. Nisus* dans

les *Oppelia*, avec lesquelles elles ont en tout cas une grande analogie. Les *Oppelia* se continueraient donc dans le Crétacé, jusque dans l'Aptien, par quelques formes de petites dimensions et à ornementation peu marquée. Je n'ai point trouvé de formes analogues ni dans le Barrémien ni dans le Crétacé supérieur.

II

Description des Oppelia de l'Aptien

Oppelia Nisus d'Orb.

(Fig. 1 et 2. Pl. IV-VI, fig. 9 a. b. c.)

1840. *Ammonites Nisus* d'Orb. Pal. franç. Terr. crét. Céph., p. 184; Pl. 55, fig. 7-9.

Coquille ovale très comprimée, à pourtour caréné sans ornementation ou avec de fines stries marquées surtout autour de l'ombilic.

Espèce presque embrassante, dont les tours sont très aplatis; ombilic tombant à angle droit.

Cloisons. — Les cloisons sont excessivement découpées; le lobe ventral, large et un peu plus court que le premier lobe latéral, présente de chaque côté 4 ramifications; le 1er lobe latéral, symétrique, se subdivise en 3 parties, 2 latérales présentant chacune 2 ramifications et 1 médiane se terminant tantôt par 3, tantôt par 4 pointes. Le 2e lobe latéral, beaucoup plus court que le premier, est fortement dissymétrique. Les 4 et 5 lobes suivants reproduisent la forme de ce dernier en la simplifiant; dans certains échantillons, le troisième, cinquième et sixième lobes prennent par exagération de la dissymétrie une forme bifide. Les selles sont plus larges que les lobes et excessivement découpées. La selle siphonale est divisée en 2 parties inégales par un lobule, sa partie interne est divisée elle-même en 3 articles.

La 1re selle latérale, considérablement plus haute et plus large que la selle siphonale, est divisée en 2 parties plus ou moins inégales suivant les échantillons, par un lobule profond; chacune de ces parties est divisée encore par un lobule médian. La seconde selle latérale est beaucoup plus petite et moins découpée, elle présente un lobule médian. Les selles suivantes reproduisent la même forme avec moins de complication.

La forme coudée de la tangente aux cloisons est particulièrement carastéristique.

Le degré d'évolution variant beaucoup suivant les échantillons, j'ai distingué dans les *Nisus* deux variétés dont j'ai donné les cloi-

sons, le *Nisus polyphylla* à cloisons excessivement découpées et le *Nisus oligophylla* à cloisons plus simples.

Les jeunes de l'*Oppelia Nisus* ont des tours moins aplatis et beau-

Fig. 1. — *Oppelia Nisus*, var. *polyphylla*, grossissement 6 fois, diamètre de l'échantillon 2.8 cent. Aptien de la Montagne de Lure. Sorbonne.

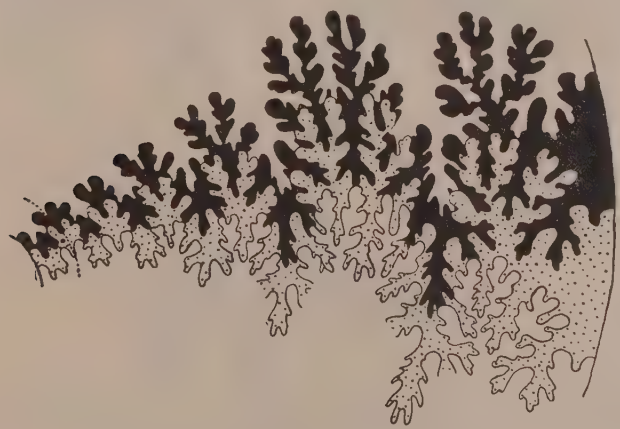


Fig. 2. — *Oppelia Nisus*, var. *oligophylla*, grossissement 6 fois, diamètre de l'échantillon, 2.6 cent. Aptien de Castellane. Sorbonne.

coup moins embrassants avec de fines stries rayonnantes. Les cloisons deviennent très simples, la 1re selle latérale devient de plus en

plus dissymétrique et perd de sa largeur tout en conservant son développement en hauteur ; de même la partie externe de la selle

Fig. 3. — *Oppelia Nisoides*, cloison typique, grossissement 6 fois, diamètre de l'échantillon 2.8 cent. Aptien de la Haute-Marne. Ecole des Mines.

Fig. 4. — *Oppelia Haugi*, cloison typique, grossissement 6 fois, diamètre de l'échantillon 2.5 cent. Aptien de St-Dizier. Ecole des Mines.

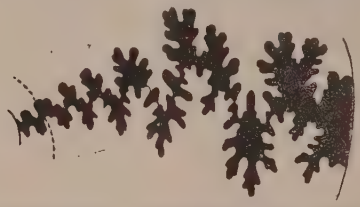


Fig. 5. — *Oppelia Nisoides* jeune, grossissement 6 fois, diamètre de l'échantillon 1.3 cent. Aptien d'Hyèges. Sorbonne.

siphonale perd de son importance et cette selle devient de plus en plus dissymétrique.

Les échantillons que j'ai eus entre les mains proviennent des marnes aptiennes de Gargas, Vaucluse, Carniol, la Bedoule, St-Dizier, etc.

Oppelia aptiana sp. n.

(Pl. IV-VI, fig. 12 a. b. c.)

Cette espèce se distingue de la précédente par ses tours plus larges et mieux arrondis sur le pourtour ; en outre, la partie externe des tours est ornée de côtes falciformes au nombre de 20 à 25 par tour. Les échantillons que j'ai examinés n'avaient pas de cloisons figura-

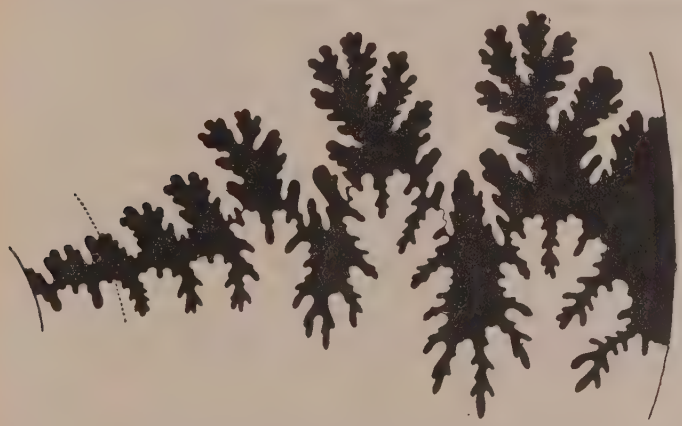


Fig. 6. — *Oppelia subradiata*, grossissement 4 fois, diamètre de l'échantillon 4.3 cent. Bajocien de Bayeux. Sorbonne.

bles, mais j'ai pourtant constaté qu'un caractère constant est donné par l'exagération de la dissymétrie de la 1re selle latérale. Du reste, les cloisons de l'*Oppelia aptiana* se rapprochent beaucoup de l'espèce précédente.

Oppelia Nisoides sp. n.

(Fig. 3. — Pl. IV-VI, fig. 10 a. b. c.)

Cette espèce a exactement la même forme générale que l'*Oppelia Nisus*, mais elle s'en distingue par un très grand nombre de côtes fines falciformes allant de l'ombilic à la partie externe. De plus les cloisons sont beaucoup moins découpées, tout en conservant exactement le même plan. La première selle latérale est toujours nettement dissymétrique.

Oppelia Haugi sp. nov.

(Fig. 4. — Pl. IV-VI, fig. 11 a. b. c.)

Cette espèce est la moins évoluée de toutes. Les tours de spire, presque complètement embrassants, sont légèrement arrondis sur les côtés tandis que le bord externe en est tranchant. L'ornementation est très marquée et consiste en 20 à 25 côtes falciformes allant de l'ombilic au pourtour, mais en général mieux marquées dans la région siphonale. Entre ces côtes principales, il y a une infinité de stries.

Les cloisons sont encore plus simples que celles de l'espèce précédente. Le lobe siphonal présente quatre phyllites simples, le premier lobe latéral absolument symétrique se divise en trois rameaux presque pas découpés, le second lobe latéral est toujours nettement dissymétrique. Les lobes suivants, moins profonds que dans les espèces précédentes, tendent tous plus ou moins vers la forme bifide. La selle siphonale ne présente plus qu'un lobule important, qui la divise de façon très dissymétrique; de même la première selle latérale a une partie interne beaucoup plus développée que la partie externe. Les selles suivantes sont courtes, simples et partagées symétriquement par un lobule médian.

Le jeune de cette espèce a des tours de moins en moins embrassants, aigus à leur partie externe et ornés de fines stries falciformes. Les cloisons varient peu.

III

Description des Sonneratia de l'Aptien et comparaison avec celles du Gault

La série des formes devant se rapprocher du *bicurvatus* présentent des différences fondamentales avec celles du groupe précédent. D'ailleurs les côtes, au lieu d'être régulièrement falciformes, sont ici flexueuses et entre elles s'intercalent 4 à 8 sillons par tour. Ensuite les tours sont arrondis sur les côtés, tandis que leur partie externe est tranchante, sans carène externe proprement dite. Enfin, les cloisons, beaucoup moins découpées, sont absolument différentes.

Michelin a le premier établi l'espèce de l'*Am. bicurvatus*, mais, sa figure étant insuffisante et son gisement mal indiqué, d'Orbigny confondit le *bicurvatus* avec le *Cleon*, comme il le reconnaît lui-même dans le *Prodrome*. Cette rectification faite, les deux auteurs sont

d'accord et la figure 3, planche 4 de la Paléontologie française, terrains crétacés, Céphalopodes, correspond bien au type de Michelin, contrairement aux assertions de M. Milaschewitz, qui appelle *Cleon* une forme de l'Aptien qui ne doit être autre que le *bicurvatus*. M. Milaschewitz donne comme cloison du *bicurvatus* une cloison qui me paraît se rapprocher beaucoup de celle de notre *Am. Nisoides*.

L'on a souvent confondu également avec le *bicurvatus*, une forme voisine de l'Aptien, l'*Am. raresulcatus* de Leymerie. Le type de l'auteur est un jeune orné de sillons très profonds ; je crois avoir retrouvé sûrement l'adulte de cette forme. Toutes ces confusions dans un groupe d'ammonites à ornementation peu caractéristique reposent sur le manque de descriptions et de figures exactes et en particulier sur l'insuffisance des dessins de cloisons donnés jusqu'ici. C'est pourquoi j'ai cru utile de rechercher soigneusement les véritables types des espèces et d'en redonner une description et des figures en rapport avec les moyens actuellement à notre disposition.

Je donnerai ensuite la description de deux espèces nouvelles de ce même groupe que je crois nécessaire de distinguer.

L'*Am. bicurvatus*, l'*Am. raresulcatus* et l'*Am. Heimi*, une nouvelle espèce très voisine, forment sans aucun doute un groupe bien déterminé et essentiellement différent de celui de l'*Am. Nisus*. Les caractères essentiels en sont : l'ombilic tombant à pic, les tours presque complètement enveloppants, les côtes flexueuses et les sillons marqués surtout dans les jeunes, mais indiqués souvent encore dans l'adulte, enfin et surtout les cloisons, dont la forme particulière est donnée par la dissymétrie exagérée du premier lobe latéral. L'*Am. undulatus*, que je décris plus loin, présente moins d'analogie avec les formes précédentes, mais il me semble naturel de le placer dans le même groupe, la forme générale étant la même et les cloisons présentant un grand nombre de caractères communs.

M. Zittel a placé dans son Traité le *bicurvatus* à côté du *Nisus* dans les *Placenticeras*, mais il est impossible de conserver ce rapprochement. Le *bicurvatus* présente au contraire tous les caractères essentiels de l'*Am. Beudanti* qui lui-même est, à mon avis, inséparable de l'*Am. Cleon*, l'*Am. Dutempleanus*, l'*Am. quercifolius* et l'*Am. Dupinianus*. Il est connu déjà que l'on peut retrouver tous les intermédiaires entre l'*Am. Dutempleanus*, forme peu évoluée à tours arrondis et à ornementation très marquée et l'*Am. Cleon*, espèce plate à pourtour tranchant et sans ornementation. Ainsi, dans la série des formes indiquées ci-dessus, nous aurons des

espèces plus ou moins évoluées, mais présentant les mêmes caractères essentiels et formant par conséquent un genre naturel. A ce genre il me paraît indiqué d'étendre le nom de *Sonneratia* que Bayle a donné à l'*Am. Dutempleanus*.

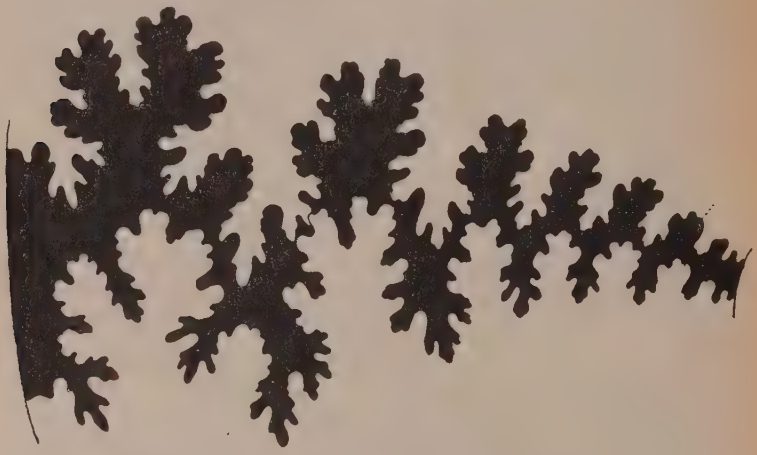


Fig. 7. — *Sonneratia raresulcata* (Leym.), grossissement 6 fois, diamètre de l'échantillon 3.7 cent. Aptien de St-Dizier. Sorbonne.

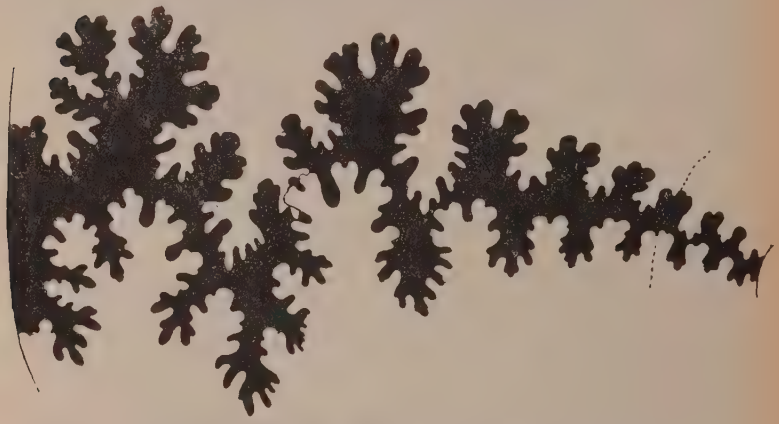


Fig. 8. — *Sonneratia bicurvata* (Mich.), grossissement 6 fois, diamètre de l'échantillon 3.2 cent. Aptien de la Haute-Marne. Ecole des Mines.

Les *Sonneratia* sont donc des Ammonites à petit ombilic, à tours tantôt arrondis, tantôt tranchants à leur partie externe. L'ornemen-

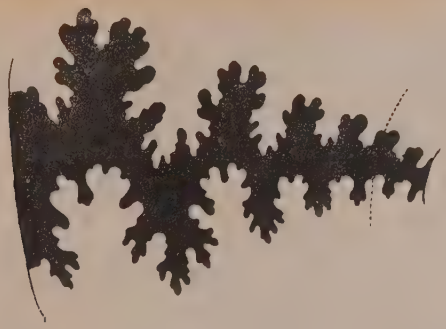


Fig. 9. — *Sonneratia bicurvata* jeune (Mich.), grossissement 6 fois, diamètre de l'échantillon 1.9 cent. Aptien de Gurgy. Ecole des Mines.

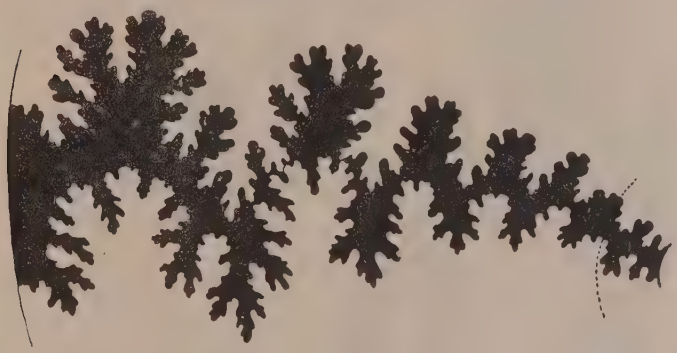


Fig. 10. — *Sonneratia Heimi* (nov. sp.), grossissement 6 fois, diamètre de l'échantillon 2.9. Aptien de Gurgy. Ecole des Mines.

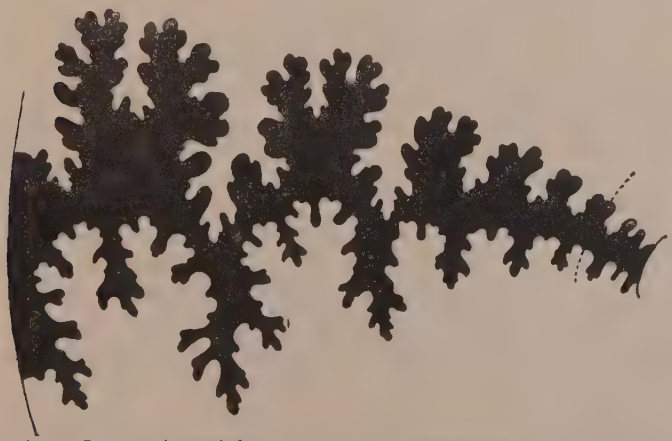


Fig. 11. — *Sonneratia undulata* (nov. sp.), grossissement 6 fois, diamètre de l'échantillon 2.8 cent. Aptien de Gargas. Ecole des Mines.

tation consiste en côtes ondulées, entre lesquelles il y a un nombre variable de sillons ; elle est plus ou moins marquée et peut même disparaître complètement chez certaines espèces. Dans quelques formes extrêmes, les côtes partent de tubercules plus ou moins saillants et situés autour de l'ombilic. Les cloisons, relativement simples, sont caractérisées par leur lobe siphonal court, leur premier lobe latéral très large et dissymétrique et leurs lobes auxiliaires terminés régulièrement en trois pointes.

Les *Sonneratia* sont surtout développées dans le Gault, mais elles apparaissent dans l'Aptien et même dans le Barrémien, où M. Nicklès en a trouvé une espèce inconnue jusqu'ici.

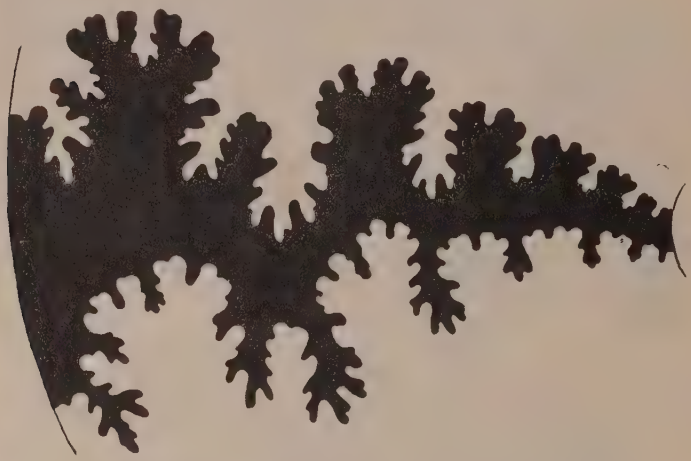


Fig. 12. — *Sonneratia Dutemplei* (Bayle), grossissement 5 fois. Gault.

Quant à l'origine des *Sonneratia*, il m'est impossible d'émettre ici une opinion positive ; il me semble devoir rapprocher ces formes des *Hoplites* du groupe des *splendens*, mais l'origine de cette espèce est encore inconnue et du reste le genre *Hoplites* me paraît devoir être remanié. L'opinion de M. Uhlig dérivant l'*Am. Beudanti* de certains *Haploceras* me paraît bien difficile à admettre, car l'on ne retrouve dans les *Haploceras* ni les sillons, ni les cloisons caractéristiques des *Sonneratia*. Il est également impossible de séparer, comme le fait M. Zittel, l'*Am. Beudanti* de l'*Am. Dutemplei* pour placer l'un dans les *Desmoceras*, l'autre dans les *Hoplites* ; le *Beudanti* doit être définivement séparé des *Desmoceras*.

Sonneratia bicurvata (Mich.).

(Fig. 8 et 9. — Pl. IV et V, fig. 1a. 1b. 2a. 2b. 3a. 3b).

1838. *Ammonites bicurvatus* Michelin. Note sur une argile dépendant du Gault. *Mém. Soc. Géol. Fr.*, 1re sér., t. III, p. 101 ; Pl. XII, fig. 7.

Espèce à ombilic étroit et tombant à pic, avec des tours légèrement arrondis sur les côtés et tranchants à la partie externe, mais sans carène proprement dite. L'ornementation consiste en côtes flexueuses, en général peu marquées, entre lesquelles se creusent 6 à 8 sillons par tour. Les sillons sont plus ou moins accentués suivant les échantillons, ils peuvent même disparaître complètement dans les formes adultes, ou bien ne subsister que dans la région ombilicale. Les cloisons sont simples, comparées à celles de *Nisus* ; le lobe siphonal est large et présente de chaque côté deux ramifications. Le premier lobe latéral a une forme particulièrement caractéristique qui se retrouve chez toutes les *Sonneratia* ; il est très large et profondément dissymétrique par suite du développement très inégal des deux phyllites qui entourent la digitation médiane ; ce caractère, déjà très marqué dans le jeune, s'accentue dans l'adulte et atteint son maximum d'exagération dans les *Sonneratia* du Gault. Le second lobe latéral, beaucoup plus court que le premier, est large et ne présente que des lobules sans importance et symétriquement disposés de chaque côté. Les cinq ou six lobes qui suivent se terminent régulièrement en trois pointes. La selle siphonale est divisée dissymétriquement par un grand lobule repoussé vers la partie externe. La première selle latérale, moins haute et moins large que la précédente, est partagée presque symétriquement par un lobule simple, ses terminaisons sont toutes bifides. La seconde selle latérale, ainsi que les suivantes, reproduisent la même forme moins découpée.

Le jeune du *bicurvatus* présente une ornementation très atténuée avec 7 à 9 sillons par tour et, entre ces sillons, une série de côtes fines et flexueuses. Le bord siphonal est moins tranchant et les tours plus arrondis sur les côtés.

Les cloisons présentent le même plan que dans l'adulte, mais sont peu découpées, le lobe siphonal y est plus court et la dissymétrie du 1er lobe est moins accentuée.

Sonneratia raresulcata (Leym.).

(Fig. 7. — Pl. IV-VI, fig. 4 a. b., 5 a. b., 6 a. b. c.)

1840. *Ammonites raresulcatus* Leymerie, in d'Orb. Pal. franç. Terr. crét. Céph., p. 288 ; Pl. 85, fig. 5-7.

L'*Ammonites raresulcatus* n'a été figuré par Leymerie et d'Orbigny que comme jeune. Je crois avoir retrouvé dans les collections de la

Sorbonne un adulte de cette espèce et c'est cet échantillon (Pl. IV et V, fig. 4 a. b.) que je prends comme type. La forme générale est très semblable à celle du *bicurvatus*, mais les tours sont un peu plus arrondis et le pourtour moins tranchant. De plus l'ornementation, différente, est limitée dans l'adulte à la région siphonale, où sont assez marquées 25 à 28 côtes flexueuses se réunissant parfois deux ensemble. Les sillons font défaut et n'apparaissent qu'à un diamètre d'environ 2 centimètres et au-dessous. Les cloisons se rapprochent beaucoup de celles de l'*A. bicurvatus*, mais sont moins découpées, le lobe siphonal est légèrement plus court et la selle siphonale prend un aspect plus dissymétrique par le plus grand développement de sa partie interne.

Le jeune se distingue de celui du *bicurvatus* par ses sillons plus marqués, passant sur le pourtour. Entre ces 9 à 12 sillons par tour, il y a des ondulations moins marquées du test, mais pas de côtes proprement dites.

Sonneratia Heimi, nov. sp.

(Fig. 10. — Pl. IV et V, fig. 7, a et b.)

Cette espèce est très rapprochée du *bicurvatus* mais s'en distingue par divers caractères. L'ornementation, très régulière, consiste en seize côtes falciformes se partageant en deux fines côtes parallèles vers la partie externe. De plus les tours sont plus aplatis. Les cloisons, très voisines de celles du *bicurvatus*, passent déjà à celles de l'*Am. Beudanti*, la selle siphonale s'élargit et prend un aspect plus symétrique, les selles latérales, de même que les lobes, sont plus découpées.

Le seul échantillon bien conservé que j'ai eu entre les mains provient des marnes aptiennes de Gurgy.

Sonneratia undulata, nov. sp.

(Fig. 11. — Pl. IV et V, fig. 8, a et b.)

Cette espèce nouvelle ressemble beaucoup par son aspect général au *raresulcatus*, l'ombilic est très étroit et tombe à pic, les tours, arrondis sur les côtés, sont tranchants sur le pourtour. L'ornementation consiste en 11 côtes flexueuses bien marquées allant de l'ombilic au pourtour, entre lesquelles se placent 11 côtes de deuxième ordre, partant du pourtour et s'arrêtant à peu près au milieu des côtés. Quant aux cloisons, elles sont assez différentes de celles des formes précédentes; la selle et le lobe siphonaux se rapprochent de ceux du *bicurvatus*, mais le premier lobe latéral est ici beaucoup plus

étroit, le grand phyllite, qui le borde extérieurement dans le *bicurvatus*, manque ici et le lobe n'envoie du côté externe que deux petites ramifications simples. Du côté interne, le lobe envoie un bras se terminant en quatre pointes. La première selle latérale présente le même plan que chez les autres *Sonneratia*, ainsi que les selles suivantes. Le second lobe latéral est nettement dissymétrique; les lobes suivants se terminent par trois pointes comme chez les autres *Sonneratia*.

Le seul échantillon de cette espèce que j'aie vu est une ammonite de 2,8 centim. de diamètre, faisant partie des collections de l'École des Mines et provenant de l'Aptien de Gargas.

Il ne me reste plus, à la fin de ce travail, qu'à remercier tous ceux qui m'ont aimablement facilité la besogne, soit en me communiquant des échantillons, soit en me guidant de leurs conseils. Je remercie M. Douvillé, qui m'a permis de me servir des collections de l'École des Mines, M. Haug et M. Nicklès, qui m'ont fait profiter de leur expérience, et surtout M. Munier-Chalmas qui a bien voulu mettre à ma disposition les ammonites aptiennes des collections de la Sorbonne, me guider constamment de ses conseils et m'initier lui-même à ses procédés pour la reproduction photographique des cloisons.

Les échantillons qui m'ont été communiqués proviennent de Gargas (Vaucluse), de Gurgy (Yonne), de St.-Dizier (Haute-Marne) de la Bedoule (Bouches-du-Rhône) et de la Montagne de Lure.

EXPLICATION DES PLANCHES IV-VI

1 a et b.— *Sonneratia bicurvata*, adulte, grandeur naturelle. Aptien de l'Aube. Ecole des Mines.

2 a et b.— *Sonneratia bicurvata*, plus petit échantillon, grandeur naturelle. Aptien de la Haute-Marne. Ecole des Mines.

3 a et b.— *Sonneratia bicurvata*, échantillon jeune, grandeur naturelle. Aptien de Gurgy. Sorbonne.

4 a et b.— *Sonneratia raresulcata*, adulte, grandeur naturelle. Aptien de Saint-Dizier (Haute-Marne). Sorbonne.

5 a et b. — *Sonneratia raresulcata*, échantillon plus jeune, grandeur naturelle. Aptien de Saint-Dizier. Sorbonne.

6 a et b. — *Sonneratia raresulcata*, échantillon jeune, grandeur naturelle. Aptien de Saint-Dizier. Sorbonne.

6 c. — Même échantillon, grossi environ 2 fois.

7 a et b.— *Sonneratia Heimi*, grandeur naturelle. Aptien de Gurgy. Ecole des Mines.

8 a et b.— *Sonneratia undulata*, grandeur naturelle. Aptien de Garges. Ecole des Mines.

9 a et b.— *Oppelia Nisus*, grandeur naturelle. Aptien de la Beaume (Basses-Alpes). Sorbonne.

9 c. — *Oppelia Nisus*, grossi environ 2 fois. Aptien de la montagne de Lure. Sorbonne.

10 a et b.— *Oppelia Nisoides*, grandeur naturelle. Aptien de la Haute-Marne. Ecole des Mines.

10 c. — Même échantillon, grossi environ 2 fois.

11 a et b.— *Oppelia Haugi*, grandeur naturelle. Aptien de Saint-Dizier. Ecole des Mines.

11 c. — Même échantillon, grossi environ 2 fois.

12 a et b.— *Oppelia aptiana*, grandeur naturelle. Aptien du Cheiron (Basses-Alpes). Sorbonne.

12 c. — Même échantillon, grossi environ 2 fois.

LE GENRE *BATHYSIPHON* A L'ÉTAT FOSSILE,

par **M. Federico SACCO** (1).

Dans l'année 1871, M. Sars instituait le genre *Bathysiphon* pour des Foraminifères spéciaux agglutinants qui vivent au fond des mers norvégiennes et qui se construisent de petits tubes subcylindriques ouverts aux deux extrémités, constitués essentiellement de sable siliceux très fin, ainsi que de spicules d'éponges. M. Sars en indiquait une seule espèce, le *B. filiformis*.

Dans l'année 1884, M. Brady, dans son travail grandiose sur les Foraminifères recueillis par l'expédition du *Challenger*, donna plusieurs figures, différemment agrandies, du *B. filiformis*, le rapportant à la Fam. *Astrorhyzidæ*, subfam. *Pilulininæ*, et indiquant qu'il avait aussi été trouvé à de grandes profondeurs dans le golfe de Biscaye, près de Bauda, Amboyna, etc.

Jusqu'ici ce genre, toujours rare à l'état vivant, ne fut pas encore signalé à l'état fossile.

L'année passée, tandis que je faisais le relèvement géologique de l'Appennin de l'Emilie (2), M. l'ingénieur Ponci, qui m'avait déjà fourni un matériel précieux de fossiles crétacés de l'Appennin de Parme, me présenta une plaque calcaéo-arénracée sur laquelle se trouvaient de nombreux petits tubes noirâtres, irrégulièrement réunis. Je crus tout d'abord qu'il s'agissait de petits tubes de Serpule ou de quelques vers agglutinants, mais la nature siliceuse et la spéciale et très fine granulosité de ces petits tubes indiquaient plutôt qu'on avait affaire à des restes de *Rhizopodes* agglutinants de la famille des *Astrorhyzidæ*.

Le Dr Andreæ, de Heidelberg, qui s'occupa déjà d'*Astrorhyzidæ* fossiles, pendant une visite qu'il me fit au Musée géologique de Turin, ayant observé les petits tubes en question, les jugea de véritables tubes d'*Astrorhyzides*, attribuables au genre *Rhabdammina* ou, mieux encore, au genre *Bathysiphon*, me confirmant ensuite cette dernière

(1) Communication faite dans la séance du 15 mai ; manuscrit remis le même jour ; épreuves corrigées par l'auteur parvenues au secrétariat le 4 octobre.

(2) Sacco F. — L'Appennino dell' Emilia. *Boll. Soc. geol. ital.* — Vol. XI, 1892, avec carte géologique au $\frac{1}{100,000}$.

opinion par une lettre aussi savante que gracieuse. De plus, pendant son séjour à Turin, dans une excursion avec le Prof. Depéret, sur les collines de Superga, le Dr Andreæ y signala la présence de restes de *Bathysiphon* parmi les couches miocéniques.

Par la suite, le Dr Goës étant venu me voir à Turin, pour faire des recherches sur les Foraminifères du bassin tertiaire du Piémont, m'offrit une splendide collection de Foraminifères vivants, parmi lesquels il y avait justement quelques exemplaires du *Bathysiphon filiformis*, recueillis dans la mer norvégienne. De cette manière je pus comparer, par un examen direct, l'espèce vivante avec les restes fossiles en question et je fus ainsi mis à même de me persuader de leur identité générique et, en même temps, de l'opportunité de distinguer les formes fossiles de celle vivante.

Je remarque cependant tout d'abord que, s'agissant d'animaux très simples qui se construisent de petits tubes de formes et de dimensions assez variables, nous ne pouvons naturellement pas y trouver des caractères nettement distinctifs, comparables aux caractères, dits spécifiques, des formes supérieures; c'est plutôt sur le *faciès* de l'ensemble des fossiles que nous examinons, que je crus pouvoir fonder les distinctions spécifiques adoptées, qui cependant pourront peut-être être considérées seulement comme de simples variétés du *B. filiformis*. Je remarque encore qu'en général les *Bathysiphon* que j'observai jusqu'ici à l'état fossile sont plus semblables à ceux des figures de Brady qu'à ceux typiques, plus filiformes, de la mer norvégienne; ce fait pourrait peut-être se rapporter aux conditions de chaleur et de profondeur dans lesquelles vécurent et vivent les animaux en question.

Bathysiphon apenninicus Sacc.

Petits tubes de constitution finement granuleuse, presque lisses à l'œil nu, de couleur gris-brun, généralement subrectilignes, mais parfois aussi avec de très légères ondulations. Ces petits tubes, ouverts aux deux extrémités, sont subuniformes, presque cylindriques, mais présentent parfois une légère dépression longitudinale (laquelle, cependant, est causée en grande partie, je crois, par la pression subie par le fossile) et montrent aussi souvent par places, mais assez irrégulièrement, des grossissements transversaux, comme des anneaux très déprimés qui, peut-être, correspondent à des moments de croissance du petit tube. Les parois de ces tubes ont une épaisseur de 1/2 à 1 millim.; le petit canal intérieur subcylindrique, ou plus fréquemment elliptique (cela, à mon avis, seule-

ment aussi à la suite d'écrasement) a un diamètre variable de 1/3 à 3 millim. Dans l'ensemble, ces tubes ont une largeur de 1 à 5 millimètres et une longueur de 2 à 3 centimètres et plus.

A l'examen microscopique, les tubes en question se montrent constitués d'une agglutination de petits grains très fins de sable siliceux, avec de petites lignes brunes ferrugineuses et avec des

Fig. 1. — *Bathysiphon appenninicus* Sacc.

traces de spicules d'éponges, lesquels cependant sont en grande partie maintenant métamorphosés de manière à avoir perdu la structure originaire. Ces petits tubes se trouvent amoncelés au nombre de plus de 100 sur et entre une petite plaque calcaréo-arénacée de la surface d'environ 50 centim. carrés.

Localité. — Près de la confluence du T. Cenedela dans le T. Ceno, en amont du village de Vianino (province de Parme), dans l'Appennin septentrional.

Age. — La plaque fossilifère en examen appartient à la zone du *Flysch* ou *Ligurien (sensu lato)* et plus précisément à la zone des schistes et des *argille scagliose* ophiolitifères.

Ces terrains, considérés jusqu'ici comme éocéniques, seraient, au contraire, d'âge crétacé, par suite des relevés géologiques et des découvertes paléontologiques que j'y ai faits dans ces dernières années (1).

(1) Sacco F. — L'âge des formations ophiolitiques récentes. — *Bull. Soc. belge de Géol. etc.* — Tome V. 1891.
» Contribution à la connaissance paléontologique des argiles écailleuses et des schistes ophiolitifères de l'Appennin septentrional. — *Bull. Soc. belge de Géol., etc.* — Vol. VII. 1893.

Bathysiphon taurinensis Sacc.

Petits tubes subrectilignes ou très légèrement ondulés, beaucoup plus rarement un peu arqués, de teinte noirâtre à la surface et gris-blanchâtre dans l'intérieur du tube. Presque tous ces tubes présentent dans leur partie supérieure et inférieure (par rapport à leur disposition sur le fond marin) une dépression très accentuée, canaliforme, qui accompagne les tubes dans toute leur longueur, de manière que, sectionnés, ils présentent généralement presque la forme d'un 8; ce fait est certainement en rapport, au moins pour la plus grande partie, avec la très puissante pression que subirent les couches où gisent les fossiles en examen. A cause de cette pression, ces petits tubes sont souvent cassés et ont leurs fragments main-

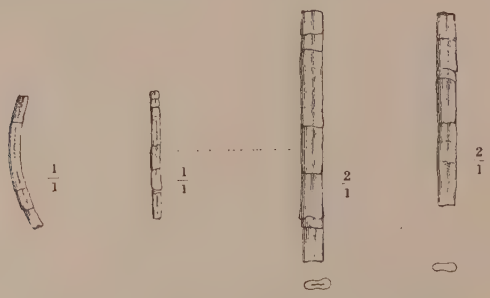


Fig. 2. — *Bathysiphon taurinensis* Sacco.

tenant déplacés, même notablement; en outre, le canal de ces fossiles est presque toujours obstrué, fermé, et se montre en section seulement comme une petite ligne très fine; même parfois, par suite du métamorphisme avancé du matériel siliceux, jusqu'à la trace de ce canal a complètement disparu, et les fossiles se présentent comme de petits cylindres déprimés, pleins, compactes, subuniformes dans toute leur masse, puisque le matériel siliceux est passé à l'état amorphe; très rarement pourtant ces canaux se montrent encore en section avec la forme subronde originaire, mais, dans ce cas aussi, ils sont presque toujours remplis de matériel siliceux blanchâtre, qui paraît être une sécrétion (dirais-je) du matériel même du petit tube environnant. Les tubes en examen présentent, comme les autres *Bathysiphon*, des grossissements et des rétrécissements irréguliers de forme et de disposition; ils ont un diamètre d'environ 1 millimètre pour une longueur d'environ 2 centimètres, au moins

en général. On les trouve pour la plupart isolés, mais peu éloignés les uns des autres; plus rarement ils se montrent réunis 10 ou 12 ensemble, et alors ils sont souvent disposés subparallèlement ou consécutivement, en traînées ou séries irrégulièrement ondulées.

Ces fossiles avaient été déjà recueillis et examinés, il y a environ 30 ans par M. E. Sismonda et par M. Gastaldi, qui cependant n'en parlèrent pas dans leurs ouvrages, étant restés incertains sur leur détermination : ils doutèrent cependant qu'il s'agit de fruits de Légumineuses, et qu'on dut les attribuer au genre *Carpolites* ou *Leguminocarpon*, comme il résulte des notes manuscrites qui accompagnent ces fossiles dans la collection paléontologique du Musée de Turin.

Localité. — Assez communs dans les marnes grises, plus ou moins calcaires ou finement arénacées, des collines de Turin-Casal.

Age. — Spécialement abondants dans le *Langhien*, et moins communs dans les zones marneuses de l'*Aquitanien* et de l'*Helvétien* inférieur.

Je finirai cette courte communication en observant que peut-être l'on peut aussi rapporter au genre *Bathysiphon* les petits tubes très annelés signalés par M. Andreæ dans l'Oligocène de l'Alsace sous le nom de *Rhabdammina annulata* (1), comme j'ai pu l'observer directement, par un gracieux envoi de M. Andreæ, aussi bien que les petits tubes un peu semblables trouvés par le Dr E. Ficheur dans le *Tongrien* de l'Algérie.

Je suis certain que ces curieux organismes, connus seulement jusqu'ici comme des raretés dans les mers actuelles, maintenant qu'ils furent signalés et fait connaître aussi à l'état fossile, seront découverts bientôt en un grand nombre de localités et en presque tous les horizons géologiques, parmi les dépôts marins un peu profonds ; dernièrement j'ai pu observer dans des schistes éocènes de l'Appennin septentrional des fragments de tubes qui peuvent peut-être être rapportés au *B. appenninicus* ; mais, dès à présent, nous pouvons en indiquer provisoirement le développement suivant :

Actualité.....	*Bathysiphon filiformis* Sars.	
Miocène.....	»	*taurinensis* Sacc.
Oligocène.....	»	*annulatus* (Andr.)
Crétacé et Eocène ?	»	*appenninicus* Sacc.

(1) Andreæ.—Weit. Beitr. z. Kenntniss des Oligocäns im Elsass. 1890. p.114, fig. 5.

SUR LA CLASSIFICATION ET LE PARALLÉLISME DU SYSTÈME MIOCÈNE,

par M. DEPÉRET (1).

Les terrains néogènes du Sud-Est de la France peuvent passer parmi les mieux connus au point de vue de leur description détaillée, à la fois stratigraphique et paléontologique. Nous devons les progrès successifs de ces connaissances aux travaux de Sc. Gras, de Lory, de Jourdan, de MM. Matheron, Falsan, Fischer, Tournouër, Gaudry, et surtout aux belles monographies de mon ami regretté F. Fontannes, qui a poussé l'analyse minutieuse des formations et des faunes *miocène* et *pliocène* dans le bassin du Rhône à un degré de précision jusqu'alors inconnu.

Néanmoins, lorsqu'on essaie de comparer ces terrains et en particulier le terrain *miocène* avec celui des grands bassins classiques de Vienne, du Piémont, de Bordeaux, de la Touraine, etc., et de retracer l'histoire synchronique de ces divers pays, à la fois au point de vue des grands phénomènes de transgression et de régression marines, et à celui de l'évolution successive des faunes marines et terrestres, on se heurte à un grand nombre de difficultés.

Ayant assumé depuis plusieurs années la lourde tâche de continuer l'œuvre stratigraphique de Fontannes dans les terrains tertiaires du bassin du Rhône, et préoccupé d'autre part d'établir un synchronisme précis entre l'histoire des formations marines et celle de l'évolution des faunes de Mammifères terrestres, objet spécial de mes recherches, je ne pouvais manquer d'être frappé du désaccord qui existe entre les géologues des différents pays sur plusieurs points importants relatifs au système *miocène*. C'est ainsi qu'il était fort difficile, à l'aide des travaux publiés, de se faire une idée précise de l'extension géographique dans le bassin du Danube, en Suisse, en Italie, dans le Sud-Est de la France, etc., des dépôts qui caractérisent la première phase de transgression de la mer miocène, à l'époque où se déposaient aux environs de Bordeaux les faluns

(1) Communication faite dans la séance du 21 Novembre 1892 ; manuscrit remis le 5 juin 1893 ; épreuves corrigées par l'auteur parvenues au secrétariat le 15 novembre.

jaunes de Saucats et de Léognan, dépôts auxquels M. Mayer avait successivement appliqué les noms d'étage *Mayencien*, puis de *Langhien*. Il en était presque de même pour les formations marines terminales du Miocène, désignées par M. Mayer sous le nom de *Tortonien*, étage qui, à la suite des travaux de Tournouër et de Fontannes, paraissait absent sous son faciès marin dans le bassin du Rhône, où on lui attribuait toute une série de couches d'eau douce et continentales, par analogie avec les formations similaires de Suisse et de Bavière. D'autre part, que devenaient, dans le bassin du Rhône, les grands étages *Sarmatique* et *Pontique* des géologues d'Orient, puisque Fontannes et moi-même avions essayé d'établir que les *couches à Congéries* si peu développées de la vallée du Rhône représentaient un horizon plus jeune et plus voisin du Pliocène que les couches à Congéries danubiennes ?

En ce qui concerne les faunes de Mammifères terrestres, le désaccord était plus frappant encore, puisque d'un avis unanime les géologues suisses, bavarois, autrichiens plaçaient au-dessus de la mollasse marine la faune à *Mastodon angustidens*, dite *faune de Sansan*, que les travaux français plaçaient non moins unanimement à la base du Miocène marin, au niveau de l'étage dit *Langhien*. Quant à la faune à *Hipparion* ou de Pikermi, elle était regardée en France comme *Miocène* (au niveau de l'étage *Tortonien*) et en Allemagne comme *Pliocène*.

M. le professeur Suess, dans l'admirable exposé de l'histoire de la Méditerranée qui forme l'un des importants chapitres de l'*Antlitz der Erde*, a, plus que tout autre, contribué à mettre en lumière ces difficultés, en insistant entre autres points sur le parallélisme probable des marnes à Ptéropodes des Langhe (type du *Langhien* Mayer) avec l'horizon du *Schlier* d'Autriche, et sur le synchronisme constant de la faune de Sansan avec les formations marines du *2e étage méditerranéen*.

Il me paraissait impossible, à la suite de la lecture de l'*Antlitz*, confirmée par celle des travaux publiés en Suisse, en Allemagne et en Autriche, que de pareils dissentiments pussent porter sur les faits ou sur des erreurs d'observation et il était vraisemblable de les attribuer à une manière différente de comprendre les limites des grands étages, c'est-à-dire à un défaut d'observations comparatives.

C'est dans le but de rechercher la raison d'être de ces différences d'opinion et de classement que j'ai entrepris, dans le cours des mois de septembre et d'octobre dernier, en compagnie de l'un de nos

confrères, M. G. Sayn, très au courant de tout ce qui concerne les faunes tertiaires du bassin du Rhône, un voyage géologique le long de la chaîne des Alpes, par la Suisse, le Wurtemberg, la Bavière, l'Autriche, la Hongrie et enfin l'Italie du Nord. Je me proposais, à l'aide des collections réunies dans les principaux Musées de ces pays et aussi à l'aide de nombreuses excursions sur le terrain dans des localités convenablement choisies, de prendre une connaissance aussi précise que possible des documents relatifs au terrain miocène, et de coordonner ces observations de manière à les faire servir à un classement général des formations miocènes de l'Europe centrale et occidentale.

Je suis heureux de dire que j'ai trouvé auprès des savants étrangers l'accueil le plus empressé et le plus obligeant. MM. les professeurs Renevier à Lausanne, de Fellenberg à Berne, Mayer à Zurich, Zittel, Rothpletz et Schlosser à Munich, Suess, Fuchs et Stache à Vienne, Pilar et Brusina à Agram, Sacco à Turin, ont, non seulement mis à ma disposition les riches collections de leurs musées, mais ont bien voulu encore me donner des indications locales précises qui ont facilité mes excursions sur le terrain et les ont rendues plus fructueuses.

Je prie ces savants confrères de vouloir bien accepter ici l'expression de ma plus vive reconnaissance.

BASSIN DU RHONE

Dans le cours de ces recherches comparatives, j'ai pris pour point de départ les formations néogènes du bassin du Rhône, qui m'étaient connues d'une manière suffisamment précise pour me servir de type. Aussi me paraît-il nécessaire de commencer cette note par un résumé synthétique du système miocène de cette région.

Les terrains néogènes sont bien représentés sous leur faciès marin en Provence, sur la côte nord du golfe de Marseille, entre Carry et le cap Couronne, sous forme d'une bande étroite appuyée sur l'anticlinal crétacé du chaînon de la Nerthe. La série des grands horizons marins (1) y est la suivante:

I. Aquitanien

Une première série de couches, reposant directement sur le Crétacé, représente l'Oligocène supérieur ou *Aquitanien*. Cet étage com-

(1) Fontannes et Depéret, Les terrains tertiaires marins de la côte de Provence (*Etud. strat. période tert. bassin du Rhône*, fascicule IX).

prend, entre l'anse du Rouet de Carry et le port de Carry, les termes suivants de bas en haut :

1. Conglomérats rouges du Rouet de Carry.
2. Sables et marnes à *Pecten subpleuronectes* et Polypiers.
3. Couches saumâtres à *Potamides plicatus*, *P. margaritaceus*, Cyrènes et Corbules.
4. Mollasse calcaréo-siliceuse à *Melongena Lainei*, *Turritella quadriplicata*, Polypiers et Bryozoaires.

L'assise, marine dans son ensemble, est remarquable par l'intercalation en son milieu d'une zone saumâtre à *Potamides plicatus* et *P. margaritaceus*, qui indique sur ce point de la côte de Provence l'estuaire d'un fleuve venu de l'est.

Si l'on groupe les types les plus fréquents et les plus caractéristiques de l'ensemble des couches, 1 à 4, on peut dresser une liste dont le caractère *aquitanien* n'est pas douteux.

Ostrea aginensis Tourn.
— *undata* Lam. var.
Pleuronectia subpleuronectes Lam.
Lucina multilamellata Lam.
— *ornata* Ag.
Mytilus Michelini Math.
Cytherea undata Bast.
Cyrena Brongniarti Bast.
Lævicardium aquitanicum Mayer.
Lithodomus avitensis Mayer.
Potamides plicatus Brug.
— *margaritaceus* Broc.
Neritina picta Fér.
Turritella Desmaresti Bast.
— *quadriplicata* Bast.
Rostellaria dentata Grat.
Cypræa pyrum Gmel.
Melongena Lainei Bast.
Helix Ramondi Brongn. (dans les couches inférieures).

L'âge aquitanien de cette faune s'affirme par l'existence des espèces les plus caractéristiques de cet étage dans les horizons classiques du sud-ouest, à St-Avit, Bazas, Larriey, Martillac, Mérignac, etc., aussi bien pour les types marins, tels que *Melongena Lainei*, *Turritella Desmaresti*, *Cytherea undata*, *Ostrea aginensis* et *O. undata*, que pour les types d'eau saumâtre, *Potamides plicatus*, *P. margaritaceus*, *Neritina picta*, *Cyrena Brongniarti*, etc.; seulement la couche n° 4, ou mollasse à Turritelles, par l'apparition de quelques espèces encore rares, telles que *Turritella turris*, *Lucina columbella*, *Cardium burdigalinum*, commence à prendre un cachet plus jeune, qui fait de cette couche un véritable terme de passage graduel entre l'*Aquitanien* et le vrai Miocène.

Mais ce faciès marin de l'*Aquitanien* est limité à la côte de Provence. Dès qu'on pénètre dans l'intérieur de la vallée du Rhône, cet étage prend un faciès tout à fait saumâtre dans lequel les Potamides et les Cyrènes indiquent seuls un certain degré de salure des eaux.

C'est ainsi qu'il se présente, dès le bassin de Marseille (1), sous la forme des *argiles sableuses jaunes du cap Janet*, avec lits de poudingues et lits charbonneux. Ces couches contiennent : *Helix Ramondi*, *H. massiliensis* Math., *Cyrena semistriata*, *Psammobia massiliensis*, Potamides, etc.

Plus au nord, dans la vallée de la Durance (2), l'Aquitanien saumâtre prend une épaisseur énorme dans la région de Manosque et de Forcalquier, où il comprend toute une série, puissante d'une centaine de mètres, de calcaires lacustres, souvent bitumineux, au milieu desquels sont intercalées les couches de lignite de Manosque et de Bois d'Assou, avec la riche flore décrite par M. de Saporta (3), les débris d'*Antracotherium* rapportés par M. Collot (4) aux *A. magnum* et *A. hippoideum*, enfin un crocodile et une tortue nommée par M. Sauvage (5) *Platyemys Lachati*. Les mollusques (6), surtout lacustres et terrestres, tels que *Planorbis cornu* Br., *Limnœa pachygaster* Thomæ, *L. subbullata* Sandb. *Helix Ramondi* Br., *H. eurabdota* Font., sont parfois associés, surtout dans les couches inférieures de l'assise, à des formes saumâtres, telles que *Potamides microstoma* Desh. var. *subalpina* Font., *P. margaritaceus* Broc., *Hydrobia Dubuissoni* Bouillet.

M. Haug (7) a montré que, plus en amont dans la vallée de la Durance, l'Aquitanien prenait un faciès clastique et torrentiel, qu'il désigne sous le nom de *mollasse rouge*, par analogie avec les formations analogues de la Savoie et de la Suisse.

En continuant de remonter la vallée du Rhône, l'Aquitanien, presque entièrement enlevé par l'érosion dans le bassin d'Apt, se retrouve au pied du Ventoux sous la forme du calcaire à *Helix Ramondi*, Limnées, Planorbes, Néritines et *Unios* de l'Isle et de Saumanes (8) comme terme supérieur superposé aux calcaires à *Melanoides Laurœ*,

(1) DEPÉRET, Notes stratigr. sur le bassin tertiaire de Marseille (*Bull. Serv. Carte géol. de France*, n° 5, 1889).

(2) FONTANNES, Le groupe d'Aix (*Etudes stratigraphiques*, fasc. VIII).— DEPÉRET, Notice géol. de la feuille de Forcalquier.

(3) DE SAPORTA, Rech. sur la végétation du niveau aquitanien de Manosque (*Mém. S. G. F., Paléont.* t. II et III, 1891-92).

(4) COLLOT, Etude provisoire des Anthracotherium des lignites de Volx (*Revue Sciences nat. de Montpellier*, 1881, 2e sér., t. II).

(5) SAUVAGE, *B. S. G. F.*, 1873, 3e sér. t. I, pl. VIII.

(6) FONTANNES, Description sommaire de la faune malacologique du groupe d'Aix, 1884. — Id. Le Groupe d'Aix, loc. cit.

(7) HAUG, Les chaînes subalpines entre Gap et Digne (*Bull. Serv. Carte Géol. France*, n° 21, 1891).

(8) FONTANNES, Le Groupe d'Aix, p. 73.

Potamides Lauræ, Striatelles et *Nystia* de Vaucluse et de Malemort, qui forment le passage au Tongrien sous-jacent.

Dans le midi du département de la Drôme (1), le calcaire aquitanien à *Helix Ramondi, Planorbis cornu, Limnæa pachygaster, L. subbullata, L. cœnobii*, etc., forme l'entablement supérieur des plateaux oligocènes de Réauville et de la Garde Adhémar, sur le flanc sud du massif crétacé qui s'étend de Nyons à Montélimar.

L'Aquitanien pénètre ensuite dans la région du Rhône dauphinois. Dans le bassin de la Drôme ou de Crest (2), il se développe dans les plateaux d'Antichamp sous la forme de calcaires à *Helix Ramondi, Planorbis cornu, P. Huguenini, Limnæa pachygaster, L. Vocontia;* puis il se continue au nord de la Drôme, sous la forme d'une bande étroite et étirée au pied de la chaîne de Raye jusqu'à la tour de Barcelonne : la présence de *Potamides granensis* et de *Melanopsis Hericarti* indiquent le faciès saumâtre de l'assise.

M. Mermier (3) a récemment découvert plus au nord, au confluent de la Bourne et de l'Isère, un lambeau important d'Aquitanien avec *Helix Ramondi, H. eurabdota, Limnæa pachygaster, Neritina aquensis, Nystia Duchasteli*, Cyrènes. Ce lambeau constitue un jalon précieux pour relier l'Aquitanien du bassin de la Drôme avec ceux de la Savoie et du bassin de la Saône.

En Savoie, aux environs de Chambéry (4), ainsi que dans la vallée du Rhône, entre Culoz et Bellegarde, l'Aquitanien à *Helix Ramondi* prend le faciès gréseux de *mollasse rouge*, déjà signalé plus haut dans les Basses-Alpes. Il se continue sous cette forme (qui correspond surtout à la base de l'assise) dans la Haute-Savoie (5), le Chablais (6) et la Suisse.

Ainsi, à partir de la côte de la Méditerranée, seul point où l'Aquitanien se présente sous un faciès franchement marin, on peut suivre cet étage devenu saumâtre et même continental par places, dans toute la vallée du Rhône et de ses affluents de la rive gauche jusqu'en Suisse. Ces observations attestent l'existence à la fin de l'Oligocène, en avant des chaînes subalpines, d'une dépression lagunaire, aux eaux saumâtres, en communication plus ou moins directe avec le golfe du Lion d'une part, de l'autre par la Suisse et

(1) Fontannes, Le Groupe d'Aix, p. 22.

(2) Id. p. 9.

(3) Mermier, Aperçu géologique sur les environs de la Baume d'Hostun (*Ann. Soc. linnéenne de Lyon*, 1890).

(4) Hollande, *Bull. soc. hist. nat. de Savoie*, t. III.

(5) Maillard, *Bull. Serv. Carte géol.* n° 6.

(6) Favre et Schardt, *Matér. Carte géol. Suisse*, XXII.

la Bavière avec la mer du bassin du Danube, comme on verra dans la suite de cette note. Ces formations saumâtres *aquitaniennes* servent presque partout de substratum dans cette région aux formations *miocènes*.

II. Faluns de Sausset et Sables a Scutella paulensis

Sur la côte de Provence, entre Carry et Sausset, on voit succéder à l'Aquitanien et en continuité parfaite avec cet étage, une série de couches sableuses à Peignes et à Huîtres, consolidées à divers niveaux en une mollasse gréseuse blanche, rose ou jaunâtre, souvent remplie d'une riche faune de Gastropodes, identiques pour la plupart à ceux des faluns de Saucats et de Léognan dans le Sud-Ouest.

On peut distinguer dans ce nouvel étage (1), de bas en haut, les zones suivantes :

1. Marnes brunes à *Pecten vindascinus* et Ostracés.
2. Mollasse gréseuse à *Turritella turris*.
3. Sable jaune à *Pecten vindascinus* et banc gréseux à Pleurotomes.
4. Sable jaune à *Thracia ventricosa*.
5. *Banc rose de Sausset* à faune de Léognan.

Ce dernier banc est le plus riche en fossiles de la série; il est de plus remarquable par la présence de nombreux galets siliceux roses, blancs ou noirs, d'apport lointain, qui se concentrent, en devenant plus gros, à la base de l'étage suivant (mollasse calcaire à *Ostrea crassissima*) pour former un véritable conglomérat de gros galets, à patine verte, indice des courants violents de transgression de la mer miocène à ce moment.

Parmi les espèces les plus abondantes de la faune de cet étage, on doit citer :

Pecten vindascinus Font.
— *Justianus* Font.
— *pavonaceus* Font.
Cardium burdigalinum Lam. var.
Lucina incrassata Dubois.
— *columbella* Lam.
— *ornata* Ag.
Cytherea erycina L.
Thracia ventricosa Phil.
Calyptræa deformis Lam.
Natica tigrina Defr.
Turritella turris Bast.
— *quadriplicata* Bast.
Chenopus pes-pelecani L.
Chenopus pes-carbonis Brongn.
Genota ramosa Bast.
Clavatula asperulata Lam.
Nassa eburnoides Math.
— *Haueri* Mich.
— *reticulata* Lam. var.
Tudicla rusticula Lam.
Ficula condita Brongn.
Voluta rarispina Lam.
Terebra plicaria Bast.
Strombus Bonellii Brg.
Oliva clavula Bast.
Scutella paulensis Ag.
Amphiope elliptica Desor.

(1) Fontannes et Depéret, *Etudes stratigraphiques*, fasc. IX, p. 91.

La lecture de cette liste, composée en très grand nombre d'espèces caractéristiques des faluns jaunes de Saucats et de Léognan, suffit pour affirmer le parallélisme de la mollasse de Sausset avec cet horizon classique du Bordelais et aussi, comme cela sera établi plus loin, avec l'horizon de Gauderndorf, dans le bassin extra-alpin de Vienne.

Mais, de même que pour l'Aquitanien marin, le faciès de Sausset, si riche en fossiles d'une excellente conservation sur la côte nord du Golfe de Marseille, ne se retrouve plus dès qu'on pénètre dans l'intérieur de la vallée du Rhône.

En effet, dans les départements des Bouches-du-Rhône, du Vaucluse et de la Drôme, le premier terme de la transgression miocène marine consiste en une assise sableuse, verdâtre, désignée par Fontannes sous le nom de *sables à Scutella paulensis*, et dont la base débute en général par un conglomérat de gros galets siliceux, à patine verte, indice des premiers courants d'invasion de la mer miocène dans le bassin du Rhône. La faune de cette assise, en raison même de son faciès sableux, est assez pauvre, et composée surtout d'Huîtres, de Peignes, d'Echinides, de dents de Squalidés. Les espèces les plus fréquentes sont :

Ostrea Virginiana Gmel.
— *caudata* Munst.
Pecten Davidi Font.
— *Justianus* Font.
— *Paulensis* Font.
— *ventilabrum* Goldf.
— *pavonaceus* Font.
Pecten Tournali de Serres.
— *præscabriusculus* Font. (rare).
Lima squamosa Lam.
Scutella paulensis Ag.
Amphiope elliptica Desor.
Echinolampas scutiformis Leske.
Cidaris avenionensis Desm.

Parmi les espèces de cette liste, le *Pecten Davidi*, le *P. Justianus*, le *P. pavonaceus*, sont spéciaux à ce niveau qu'ils ne dépassent pas. Quant au *Pecten præscabriusculus*, il apparaît, il est vrai, à la partie supérieure des sables à Scutelles du bassin de Visan, mais il y est encore rare, et il n'est destiné à devenir commun que dans la mollasse marno-calcaire qui recouvre partout la mollasse sableuse inférieure.

Plusieurs raisons, à la fois stratigraphiques et paléontologiques, m'amènent à admettre l'équivalence, au moins très approchée, des *sables à Scutella paulensis* et des couches mollassiques de l'*horizon de Sausset*, à faune de Léognan.

En effet, les sables à Scutelles sont, comme les couches de Sausset, postérieures à l'Aquitanien à *Helix Ramondi*. Il est vrai que l'on peut assez rarement constater, dans la Drôme et le Vaucluse, leur superposition directe sur cet étage saumâtre ; mais cela

tient à une discordance complète qui existe entre l'Oligocène et le Miocène, et à d'importants phénomènes de ravinement qui se sont produits entre ces deux systèmes, de telle sorte que le fond de la vallée d'érosion marine, dans laquelle se sont déposés les sables à Scutelles, est constituée tantôt par le Crétacé, tantôt par les sables bigarrés de l'Eocène inférieur, tantôt enfin par l'un des termes quelconques de l'Oligocène.

Une deuxième difficulté stratigraphique provient de la présence presque constante, à la base des sables à Scutelles, d'un conglomérat de galets siliceux, qui fait défaut à la base des couches de Sausset et n'apparaît qu'à la partie supérieure de ce dernier horizon, c'est-à-dire *dans le banc rose de Sausset*. Cette dernière observation tendrait à faire admettre que les sables à Scutelles sont parallèles non à l'ensemble, mais seulement à la partie supérieure de l'horizon de Sausset, qui constitue d'ailleurs le principal niveau des Gastropodes de Léognan. Il ne faut pas oublier en outre que Fontannes (1) a signalé à Crest (Drôme), dans le bassin de Visan et dans la combe de Lourmarin (Vaucluse) l'existence de conglomérats à diverses hauteurs, parfois même vers le haut de la mollasse sableuse à Scutelles.

La faune elle-même, malgré la différence des faciès, confirme le parallélisme indiqué, puisque les couches de Sausset renferment le *Pecten Justianus*, le *Pecten pavonaceus* et la *Scutella paulensis*, espèces qui sont, ainsi que je l'ai dit plus haut, spéciales à l'horizon des sables à Scutelles.

Au point de vue géographique, le faciès à Gastropodes de Sausset est limité à la côte du golfe de Marseille. Les sables à Scutelles font leur première apparition dès le département des Bouches-du-Rhône, où j'en ai signalé un rudiment (2) à la base du Miocène de La Valduc et de Rassuen, dans la région de l'étang de Berre. On les retrouve plus au nord dans la vallée de la Durance, où la combe de Lourmarin en montre un beau développement, puis sur le flanc septentrional du Leberon, par exemple, auprès du Bonnieux. Plus à l'est, dans la région de Forcalquier, M. Kilian (3) signale cette assise sous la forme d'un conglomérat vert surmonté par une mollasse sableuse à *Scutella paulensis* et *Pecten rotundatus*. En continuant de remonter la vallée du Rhône, on voit la mollasse sableuse inférieure acquérir sa plus grande épaisseur (50^{m}) et ses caractères les plus typiques dans le sud du département de la Drôme, sur tout le pourtour du

(1) FONTANNES, *Etudes stratigraphiques*, IV, p. 40.
(2) Id. X, p. 17, coupe n° 5 et p. 20.
(3) KILIAN, Description géologique de la montagne de Lure, p. 319 et suivantes.

bassin de Visan (1), et en particulier sur la colline de St-Paul-Trois-Châteaux, où ils contiennent une faune assez abondante.

Plus au nord, dans le *bassin de Crest* ou vallée de la Drôme (2), l'assise des sables à Scutelles se montre encore, mais avec une épaisseur moindre et une faune très appauvrie, par exemple auprès de Fort-les-Coquilles, à Montmeyran et à Auriples, où les *Pecten Justianus* et *P. pavonaceus* permettent encore de la reconnaître paléontologiquement.

Cette assise ne semble pas avoir pénétré dans la vallée du Rhône au nord du bassin de Crest, ou du moins l'on n'en connaît jusqu'ici aucun représentant dans la vallée de l'Isère, ni plus au nord dans l'Ain et la Savoie. Dans le Royans, aux environs de St-Nazaire (3), les couches de mollasse marneuse bleue, par lesquelles débute le Miocène marin et qui reposent directement sur l'Oligocène, représentent déjà un horizon plus élevé que celui des sables à Scutelles, c'est-à-dire celui de la mollasse marneuse à *Pecten præscabriusculus*, qui constitue la deuxième assise du Miocène rhodanien. Il en est de même dans l'Ain, à Saint-Martin-de-Bavel (4), où la mollasse marneuse à *Pecten præscabriusculus* repose directement, avec un conglomérat de galets calcaires à la base, sur le Néocomien perforé par les Mollusques lithophages.

On a donc, dans l'Isère et dans le Jura méridional, la preuve d'une transgressivité de la mollasse marneuse sur les sables à Scutelles, qui n'ont pas atteint ces régions. Il est juste de rappeler que, même dans les points de la vallée du Rhône où cette dernière assise s'est déposée, Fontannes a attiré déjà l'attention sur cette transgressivité de la mollasse marneuse sur la mollasse sableuse à *Pecten Davidi*, notamment dans le bassin de Visan (5).

Ainsi on voit se dessiner dans le bassin du Rhône, après la période lagunaire de l'Aquitanien, une première phase de transgression marine encore peu accentuée, et qui a eu pour résultat la formation d'un golfe fermé au nord vers les limites de la Drôme ; c'est dans ce golfe que se sont déposés les sables à *Scutella paulensis*, en même temps que les faluns de Saucats et de Léognan se formaient aux environs de Bordeaux.

(1) Fontannes, *Etudes stratigraphiques*, III, p. 24.
(2) Id. VI, p. 11 et 21.
(3) Mermier, Aperçu géologique des environs de la Baume d'Hostun, p. 13.
(4) Benoît, Note sur la Mollasse de l'Ain (*B. S. G. F.*, 2e sér. t XVI, p. 369).
(5) Fontannes, *Etudes stratigraphiques*, III, p. 28.

III. Mollasse marno-calcaire a Pecten præscabriusculus.

La transgression marine continue ensuite et on arrive au-dessus des sables de l'horizon précédent, à une nouvelle série de couches, marneuses d'abord, plus calcaires vers le haut ; c'est la mollasse marno-calcaire, caractérisée par l'abondance du *Pecten præscabriusculus*, du *P. subbenedictus*, d'*Echinolampas hemisphæricus*, etc. Les zones supérieures de cette assise coralligène, à Polypiers, Bryozoaires et Nullipores, constituent la pierre blanche exploitée à Beaumadalier (côte de Provence), à Ménerbes (Vaucluse), à Bari et Saint-Paul-Trois-Châteaux (Drôme).

La faune, plus riche que celle de la mollasse sableuse, comprend surtout les types suivants :

Ostrea Boblayei Desh.
— *gingensis* Hörn.
Pecten restitutensis Font.
— *Tournali* de Serres.
— *sub-Holgeri* Font.
— *palmatus* Lam. = *Crestensis* Font.
— *valentinensis* Font.
— *præscabriusculus* Font. (très commun).
— *subbenedictus* Font.
Cardium multicostatum Br.
— *commune* Mayer.
Mactra helvetica May.
Panopæa Menardi, Desh.
Pholadomya Garnieri Font.
Ficula condita Brg.
Tudicla rusticula Bast.
Genota ramosa Bast.
Clavatula asperulata Lam.
Turritella terebralis Lam.
Turritella turris Bast.
Scutella paulensis Ag.
Amphiope elliptica Des.
Echinolampas hemisphæricus Ag.
— *scutiformis* Leske.
Clypeaster intermedius Des.
Cidaris avenionensis Des.

L'examen comparatif de cette liste avec celle de l'assise précédente fait ressortir, d'une part la grande similitude de ces deux faunes liées l'une à l'autre et aussi à la faune des faluns de Léognan par un grand nombre de types — et d'autre part l'apparition de quelques formes, telles que *Pecten palmatus*, *subbenedictus*, *sub-Holgeri*, *restitutensis*, nombreux *Cardium*, *Echinolampas hemisphæricus*, qui faisaient défaut dans les sables à Scutelles et peuvent à bon droit être prises comme caractéristiques la mollasse marno-calcaire. Le *Pecten præscabriusculus*, apparu au sommet de l'assise sableuse inférieure, acquiert ici une abondance extrême, fait qui, ainsi qu'on le verra plus loin, est général tout le long de la chaîne alpine.

La mollasse marno-calcaire se montre dès la côte de Provence (1)

(1) Fontannes et Depéret, *Etudes stratigraphiques*, fasc. IX et X.

au-dessus des couches de l'horizon de Sausset, et toujours transgressive sur cet horizon. Elle y débute par une épaisse couche de gros galets siliceux verdâtres, et comprend seulement deux à trois mètres de mollasse marno-calcaire blanchâtre, avec un ou deux bancs continus d'*Ostrea crassissima* et *O. gingensis*, et, en outre, parmi les formes abondantes : *Pecten gallo-provinciulis* Math., *Mytilus Michelini* Math., *Scutella paulensis* Ag. (variété passant à *Sc. subrotundata*). L'assise, réduite ici à son minimum d'épaisseur extrême, constitue une petite bande qui débute un peu à l'est du port de Sausset pour disparaître à l'ouest vers la Couronne sous les assises plus récentes du Miocène.

Au nord de l'anticlinal crétacé de la Nerthe, dans la région de l'étang de Berre (1), la mollasse marno-calcaire, avec son conglomérat vert à la base, consiste en une masse de 10-15 m. de couches gréso-calcaires, plus ou moins dures, grumeleuses, composées pour une part notable de Nullipores, de Bryozoaires, de débris de Mollusques. Des bancs épais d'*Ostrea Boblayei, squarrosa, Velaini*, de *Pecten Tournali, sub-Holgeri, præscabriusculus*, de *Perna Soldani*, etc., s'intercalent à divers niveaux de cette masse, à Port-de-Bouc, Plan-d'Aren, Saint-Blaise, Istres.

L'épaisseur de l'assise augmente rapidement dès qu'on pénètre plus au nord dans le bassin du Rhône. Dans la vallée de la Durance (2), sur les flancs sud et nord du chaînon crétacé du Leberon qu'elle a recouvert à l'époque miocène, la mollasse marno-calcaire constitue une puissante masse de calcaire blanc, coralligène, à Nullipores et Polypiers, presque entièrement composé de débris d'organismes; elle est exploitée activement comme pierre tendre dans les grandes carrières de Ménerbes (Vaucluse). On suit la mollasse marno-calcaire plus en amont dans la vallée de la Durance, où elle pénètre dans les Basses-Alpes par Reillanne, Manosque, Forcalquier, Peyruis, et de là dans le bassin de Digne jusqu'à Tanaron ; quelques lambeaux ont été emportés jusqu'au sommet de l'anticlinal de Lure (3).

Vers le centre du thalweg du Rhône inférieur, la mollasse marno-calcaire ne montre que quelques affleurements restreints : autour du massif des Alpines (les Baux); auprès d'Avignon (la Montagnette, les Angles), auprès d'Orange, etc., qui permettent de relier les affleurements du Languedoc (Uzès) avec ceux de la bordure con-

(1) Fontannes et Depéret, *Etudes stratigraphiques*, fasc. X.
(2) Fontannes, Le plateau de Cucuron (*Etudes stratigraphiques*, fasc. IV).
(3) Kilian, Description géologique de la montagne de Lure, p. 317.

tinue de mollasse calcaire qui suit le pied occidental du mont Ventoux (1) par Gordes, l'Isle-sur-Sorgues, Vaucluse, Vénasque, Malemort, Mormoiron, Malaucène, Mollans. Un lambeau important conservé par les failles dans le fond de la vallée de Montbrun, sur le revers nord du Ventoux, atteste l'ancien recouvrement de ce grand anticlinal.

Plus au nord encore, à la limite du Comtat et de la Drôme, cette assise, avec un faciès très constant, forme une ceinture continue autour du *bassin de Visan* (2) par Nyons, Taulignan, Chantemerle, pour atteindre, en se rapprochant du Rhône, la colline de Saint-Paul-Trois-Châteaux, où ses couches supérieures sont exploitées activement comme pierre tendre.

Quelques lambeaux épars dans le bassin de Montélimar permettent de raccorder ces beaux affleurements du Comtat avec ceux du bassin de la Drôme (3), où la mollasse marno-calcaire, notablement réduite d'épaisseur, suit, au sud de cette rivière, le contour oligocène par Grane, Autichamp, Crest, mais s'atrophie rapidement au nord de cette ville pour finir en pointe le long de la chaîne de Raye, dans les environs de la Baume-Cornillane.

A partir de la vallée de la Drôme, la mollasse marno-calcaire fait complètement défaut dans toute la partie centrale de la vallée du Rhône, notamment dans les plaines de Valence, de la basse Isère, ainsi que dans les plateaux du Viennois et dans les plaines du Bas-Dauphiné. Ses seuls affleurements sont rejetés soit contre le pied des premières chaînes subalpines (Pont-en-Royans, Saint-Julien de Raz, près Voiron, Pont-de-Beauvoisin), soit même dans l'intérieur de ces chaînes, dont la mollasse à *Pecten præscabriusculus*, devenue tout-à-fait littorale et transformée en poudingues à galets impressionnés, dessine le fond des synclinaux. C'est ainsi qu'elle pénètre dans la vallée de l'Isère (4), jusque non loin de Grenoble, dans les synclinaux de Voreppe et de Proveysieux (massif de la Grande-Chartreuse), qui continuent au nord-est les synclinaux mollassiques du massif du Vercors.

D'autre part, vers le nord-est, les synclinaux de mollasse des environs de Grenoble se continuent en Savoie, occupant le fond des dépressions du lac d'Aiguebelette, du lac du Bourget, de Rumilly, de Bellegarde (vallée du Rhône); mais il est pour le moment fort

(1) Leenhardt, Etude géologique du Mont Ventoux et Carte géologique annexée.
(2) Fontannes, *Etudes stratigraphiques*, fasc. II et III.
(3) Fontannes, *Etudes stratigraphiques*, VI. Le bassin de Crest.
(4) Lory, Descript. géol. du Dauphiné et carte annexée.

difficile, faute de documents paléontologiques précis, de faire dans ces affleurements la part exacte de la mollasse à *Pecten præscabriusculus*, qui en constitue probablement une grande partie.

En dehors des chaînes subalpines, la mollasse à *Pecten præscabriusculus* pénètre aussi dans les synclinaux du Jura de l'Ain, où j'ai déjà indiqué plus haut le lambeau important de Saint-Martin-de-Bavel, près Virieux-le-Grand, où la présence de *P. præscabriusculus*, d'*Echinolampas scutiformis* indique nettement la présence de cette zone. Benoît (1) donne en ce point la succession suivante de bas en haut :

1. Conglomérat local de roches calcaires, 1 à 3^{m}.
2. Mollasse calcaire à *Pecten præscabriusculus* 1 à 2^{m}.
3. Grès argilo-calcaire bleu à Bryozoaires, 5 à 6^{m}.
4. Mollasse grise, argileuse, à *Echinolampas scutiformis*, *P. præscabriusculus*, moules de bivalves, 4^{m}.
5. Mollasse tendre, grise, micacée à *P. præscabriusculus*, *P. subbenedictus*, *Cardium*, Lucines, Balanes.

A cet ensemble succèdent des couches sablo-gréseuses qui appartiennent à des horizons plus élevés de la mollasse marine (couches à *O. crassissima*).

J'ai donné quelques détails sur la coupe de St-Martin-de-Bavel, parce que ce point marque, dans l'état actuel de nos connaissances, le maximum d'extension vers l'ouest, dans l'intérieur de la chaîne du Jura, de la zone à *Pecten præscabriusculus*. Sur le prolongement du même synclinal, on suit encore quelques lambeaux de cette même mollasse dans le Val Romey et à la Combe d'Evoaz. Beaucoup plus au nord encore, le lambeau de la Ferté, près de St-Laurent de Grandvaux (Jura) (2), avec *P. præscabriusculus*, *subbenedictus*, Bryozoaires, dents de *Lamna*, le petit lambeau des environs de Foncines (feuille géologique de Lons-le-Saulnier), les lambeaux du bassin crétacé de Mouthe, et la bande synclinale plus importante des Verrières françaises (3) avec *Pecten præscabriusculus*, *Echinolampas scutiformis* (feuille géologique de Pontarlier), indiquent, jusqu'à la limite du Jura suisse, l'extension de la zone, qui a dû ainsi s'étendre autrefois sur une bonne partie des chaînons orientaux du Jura.

Si l'on essaye de tracer sur une carte (fig. 1) l'extension probable

(1) Benoit, *B. S. G. F.*, 2e sér., t. 16, p. 370.

(2) Benoit, *loc. cit.*, p. 379. — Bourgeat, *B. S. G. F.*, 1885, p. 780.

(3) Bertrand, Légende des feuilles géol. de Lons-le-Saulnier et de Pontarlier. — Dollfus, *B. S. G. F.*, 3e série, t. 15, p. 179.

de la mer miocène dans le bassin du Rhône, à l'époque de la mollasse marno-calcaire, en tenant compte de tous les affleurements connus de cette zone, on voit que cette mer déjà largement ouverte en Provence, entre la longitude d'Aix et de Marseille à l'Est, et le pied des chaînes calcaires des Cévennes à l'Ouest, s'élargissait encore davantage un peu plus au nord dans la région des chaînes subalpines de la Haute Provence, où elle occupait son maximum de largeur entre Orange et Digne, puis se rétrécissait rapidement à partir de Nyons, en même temps qu'elle s'écartait complètement du Rhône actuel pour se reporter au pied et dans l'intérieur de la zone des chaînes subalpines du Dauphiné. Réduite à un bras de mer étroit, compris approximativement entre Voiron et Grenoble, elle devait s'élargir à nouveau à l'entrée de la plaine suisse, mais les érosions l'ont en entier fait disparaître au pied des Alpes, dans la région du lac de Genève, pour n'en laisser subsister que quelques lambeaux conservés dans les plis du Jura français et suisse. Le bord d'extension maximum dans la direction de l'ouest paraît devoir être tracé par une ligne passant par Voiron, Belley, St-Claude, Pontarlier, pour se recourber ensuite à l'est dans le Jura suisse.

IV. — Mollasse sableuse (avec faciès de Schlier a la base).

Aux couches calcaires de l'horizon à *Pecten præscabriusculus*, succède une puissante série de *sables* et de *grès*, à faune peu caractérisée dans son ensemble, et indiquant un grand *faciès de charriage* dans le bassin du Rhône, vers le milieu du Miocène. On voit, en quelques points et à des niveaux variables, ce faciès sableux se transformer en un faciès d'argiles bleues à éléments très-fins, qui rappellent le *Schlier* de la vallée du Danube.

Sur la côte de Provence, entre Sausset et la Couronne (1), cet étage est représenté par une série marno-gréseuse à moules de Bivalves et nombreux *Pecten (P. gallo-provincialis* Math., *vindascinus* Font., *lychnulus* Font., *Fraasi* Fuchs, *substriatus* d'Orb., *Fuchsi* Font.) ; ce faciès vaseux se transforme un peu plus à l'Est en un faciès coralligène à Bryozoaires, Polypiers et Nullipores, qui n'a qu'une extension limitée entre Sausset et l'anse du Grand-Vallat.

Dans la région de l'étang de Berre, aux environs d'Istres (2), on peut distinguer, à la base de l'étage, une *zone inférieure* formée d'une

(1) Fontannes et Depéret, *Etudes stratigraphiques*, fasc. X, p. 34.
(2) Id. p. 58.

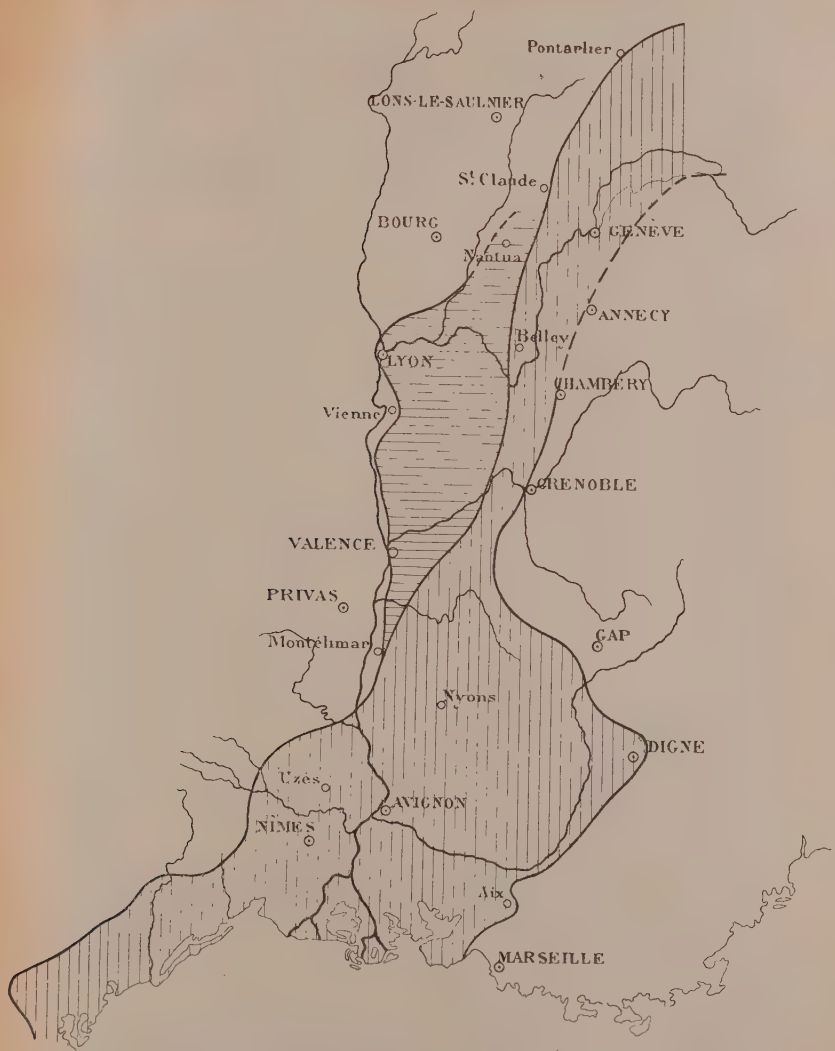


Fig. 1. — Carte montrant la transgression à l'ouest du 2e étage méditerranéen par rapport au 1er étage méditerranéen dans le bassin du Rhône.

Zone d'affleurement du 1er étage méditerranéen avec sa limite d'extension maximum du côté de l'est.

Zone de transgression du 2e étage méditerranéen avec sa limite d'extension maximum à l'ouest.

argile bleue fine, micacée, avec *Schizaster Parkinsoni* Ag., identique d'aspect au Schlier (dont elle ne contient pas cependant la faune si spéciale); et une *zone supérieure*, composée de sables jaunâtres siliceux et micacés, plus ou moins grossiers, consolidés à diverses hauteurs en lits gréseux minces qui forment des entablements en saillie au milieu des sables meubles; ce système gréseux est désigné localement sous le nom de *safre* et sa faune très pauvre se compose de débris de Balanes, d'Huîtres et de petits Pectinidés (*P. ventilabrum* Goldf.).

Plus au Nord, dans le Comtat, la zone inférieure des argiles bleues, à faciès de *Schlier*, prend, dans la plaine d'Avignon, une extension considérable (Villeneuve d'Avignon, tunnel de St-Saturnin), et les fossiles assez rares que l'on y trouve sont surtout de petites espèces de *Pecten* (*P. Celestini*, *P. ventilabrum*); la zone supérieure gréseuse s'y montre également bien développée.

En remontant la vallée de la Durance, le *plateau de Cucuron* (1) montre un beau développement, sur au moins 200^{m} d'épaisseur, de cet étage sableux : à la base, on voit une première zone de sables plus ou moins marneux, caractérisés par les *Ostrea crassissima* et *gingensis*, auxquels succède une masse épaisse des sables ferrugineux à *Pecten Fuchsi* Font., *P. substriatus* d'Orb., *Amphiope perspicillata* Desor, Balanes, Bryozoaires, dents de squales. Le faciès marneux du Schlier manque dans cette région. En revanche, un peu plus à l'est, de Pertuis à Mirabeau et à Beaumont (2), on voit s'intercaler au milieu des sables à *Ostrea crassissima* une épaisse lentille de marnes et de calcaires lacustres, contenant une riche faune de mollusques continentaux, tels que :

Helix moguntina Desh.
— *sylvana* Klein.
— *aquensis* Math.
— *gallo provincialis* Math.
Cyclostoma Draparnaudi Math.
Glandina inflata Reuss.
Planorbis heriacensis Font.
Limnœa.

Cette faune, dont l'analogie est si grande avec celle de la *mollasse d'eau douce supérieure* de Suisse, du Wurtemberg et de Bavière, s'est accumulée dans une sorte d'estuaire dessalé, compris entre les deux massifs crétacés de Mirabeau et de Beaumont, non loin des bords du continent miocène qui s'étendait vers le sud-est.

On peut en effet poursuivre encore au loin vers le nord-est, dans la vallée de la Durance, à travers les bassins synclinaux aujourd'hui séparés de Reillanne, de Forcalquier et de Digne (Basses-Alpes),

(1) FONTANNES, *Etudes stratigraphiques*, fasc. IV, p. 43.
(2) DEPÉRET, Légende de la feuille géologique de Forcalquier.

l'horizon sableux décrit dans ce chapitre, et toujours aussi peu fossilifère. A Reillanne, on y voit une grande quantité de moules de Dimyaires et de gros moules très reconnaissables de *Pyrula cornuta* Ag.

Dans le Haut-Comtat-Venaissin ou *bassin de Visan* (1), on voit, comme à Cucuron, succéder à la mollasse calcaire de St-Paul-Trois-Châteaux, d'abord des grès et des sables plus ou moins marneux à *Ostrea crassissima* et *Gingensis*, avec une faune assez spéciale de Pectinidés (*Pecten diprosopus* Font., *suzensis* Font., *camaratensis* Font., *amœbeus* Font., *pusio* L., *sub-Holgeri* Font., et des moules nombreux de Bivalves et de Gastropodes ; le faciès de cette première zone, quoique assez marneux à certains niveaux, l'est cependant moins qu'autour d'Avignon, et se rapproche beaucoup moins ainsi du faciès du Schlier, dont il occupe cependant le niveau. Au dessus viennent, comme dans la vallée de la Durance, les sables ferrugineux à *Pecten Fuchsi* Font., *Pecten Celestini* Mayer, *P. Escoffieræ* Font., *Amphiope perspicillata*, Bryozoaires, que surmonte à son tour un niveau assez constant de grès lumachelle à *Cardita Michaudi* Tourn., où apparaissent déjà quelques espèces du *deuxième étage méditerranéen* et des *faluns de Touraine*, telles que *Pollia exsculpta* Duj., *Conus canaliculatus* Broc., *Turritella bicarinata* Fischer, mais point encore la *Cardita Jouanneti*. Ensuite le faciès sableux reprend encore sous la forme des *sables et grès* à *Terebratulina calathiscus* Fisch. et Tourn., *Thecidea testudinaria* Mich., avec quelques rares débris de Pectinidés (*Pecten Celestini* Mayer, *P. pusio* L., *P. Escoffieræ* Font.), des Patelles et des Balanes : c'est la faune dite du *Moulin-à-Vent* de Visan, qui se retrouve, à peu près identique, vers le sommet des sables marins du Dauphiné (Montvendre, Feyzin, St-Fons), et que ses caractères paléontologiques, quoique peu précis, rattachent au groupe sableux qu'elle termine dans le bassin de Visan.

Dans la vallée de la Drôme ou *bassin de Crest* (2), la succession est à peu près la même. Au-dessus de la mollasse marno-calcaire d'Autichamp, le faciès sableux débute par les sables et grès à *Ostrea crassissima*, que surmontent des sables ferrugineux ou marneux couronnés à leur tour par le grès à *Cardita Michaudi* (Grane, Etoile), identique à celui du bassin de Visan. Enfin les sables à *Terebratulina calathiscus* terminent la série sableuse et contiennent près de Montvendre la faune de Pectinidés et de Patelles du

(1) FONTANNES, *Etudes stratigraphiques*, fasc. III, p. 36.
(2) FONTANNES, *Etudes stratigraphiques*, fasc. VI, p. 110.

Moulin-à-Vent de Visan. La base de cette dernière zone prend un faciès de marnes sableuses grisâtres qui rappelle le *Schlier* d'Istres et d'Avignon, mais appartient certainement à un niveau stratigraphique un peu plus élevé.

Dans le Bas-Dauphiné septentrional (plateaux du Viennois, Lyonnais), les zones inférieures de la mollasse sableuse n'affleurent qu'au pied même des chaînes subalpines où elles prennent part au relèvement subi par la mollasse à *Pecten præscabriusculus* (Saint-Nazaire-en-Royans), tandis que les sables supérieurs à *Terebratulina calathiscus* occupent, sur une épaisseur qui peut atteindre 250 mètres (sondage de Toussieu), tout le fond de la vallée du Rhône. Ces sables contiennent vers leur partie supérieure (Tersanne, Feyzin, St-Fons), une faunule spéciale déjà signalée à Visan et à Montvendre et où dominent les petites espèces suivantes :

Terebratulina calathiscus Fisch. et Tourn.
Thecidea testudinaria Mich.
Argiope decollata Chemn.
— *cistellula* Wood.
Ostrea crassissima Lam.
Lima squamosa Lam.
Pecten Celestini Mayer.
Pecten substriatus d'Orb.
Patella Chantrei Locard.
Tetraclita Dumortieri Fisch. et Tourn.
Balanus porcatus de Costa.
Pinces de *Portunus*.
Dendrophyllia Collongeoni Thiol.
Nombreux bryozoaires.
Dents de squalidés.

Cette même faune, connue sous le nom de *faune de St-Fons*, près Lyon, se retrouve, avec l'adjonction de quelques espèces plus littorales de Gastropodes (*Fusus*, *Chenopus*, *Trochus* à l'état de moules), dans des couches d'un conglomérat grossier ferrugineux qui, à Lyon même, nivelle les inégalités de la falaise gneissique (gare St-Paul, promontoire de la Croix-Rousse), appartenant au rebord oriental du Plateau Central.

Cette dernière observation montre que l'assise supérieure de la mollasse sableuse est *transgressive vers l'Ouest* par rapport aux étages inférieurs du Miocène marin, et cette transgression est générale dans toute la partie moyenne du bassin du Rhône.

Le promontoire de la Croix-Rousse représente le point d'extension maximum, dans la direction du nord-ouest, des sables du Miocène marin. A partir de Lyon, cette limite s'infléchit vers l'est dans la direction du Jura, de l'Ain, où les sables supérieurs avec dents de *Lamna* se montrent encore à Oussiat, près de Pont-d'Ain, en transgression notable vers l'ouest par rapport à la mollasse à *Pecten præscabriusculus* de St-Martin-de-Bavel.

Il est même possible que ces sables marins se soient déposés encore plus au nord, le long de la lisière occidentale du Jura, car

on a signalé à Coligny (Ain), près de la limite du département du Jura, la présence de dents de squales dans une mollasse sableuse grossière qui affleure en couches verticales dans cette localité. Mais il n'est pas absolument certain que ces sables appartiennent réellement à la mollasse marine, de sorte que les dents de *Lamna* ne s'y trouveraient qu'à l'état *remanié*.

Dans l'intérieur des chaînons du Jura, notamment à St-Martin-de-Bavel, la mollasse sableuse succède régulièrement à la mollasse à *Pecten præscabriusculus*. Au-dessus des dernières couches de mollasse marneuse grise appartenant encore à cet horizon (voir plus haut), Benoît (1) indique seulement un grès grossier, pétri de débris de coquilles, parmi lesquelles dominent *Ostrea crassissima*, des Pecten, des Balanes, des Bryozoaires ; cette couche correspond évidemment à l'extrême base de la mollasse sableuse et il est probable que les horizons plus élevés de cette mollasse ont été emportés en ce point par l'érosion. Il est possible que ces sables supérieurs aient été conservés en partie dans le grand synclinal de la vallée du Rhône, où ils se montrent sur une grande épaisseur entre Bellegarde et Culoz, mais leurs relations stratigraphiques avec les horizons inférieurs de la mollasse n'ont pu être précisées en ce point, ce qui, joint à la rareté des fossiles, empêche de se prononcer à leur égard avec quelque certitude.

Dans les divers lambeaux du Jura français (voir plus haut) la mollasse sableuse a dû être en grande partie emportée par l'érosion, et on n'en voit plus que de faibles lambeaux au-dessus des mollasses plus dures de l'horizon à *Pecten præscabriusculus*.

Si l'on trace sur la carte (fig. 1) les limites d'extension de la mollasse sableuse, on voit que cet horizon a recouvert non seulement toute la région dans laquelle affleure la mollasse marno-calcaire (en tenant compte des érosions qui ont emporté les sables sur une foule de points), mais que, dans la partie moyenne de la vallée du Rhône, elle a dépassé transgressivement vers l'Ouest et le Nord cette même limite. La ligne d'extension maximum de la mollasse sableuse s'écarte de celle de la mollasse marno-calcaire à partir de la vallée de la Drôme, suivant d'une manière très approchée le bord des terrains cristallins du Plateau Central, sur lesquels elle s'appuie directement à Tain, à Saint-Vallier, à Vienne, à Lyon. Dans tous ces nombreux points de contact entre la mollasse sableuse et les roches cristallines, le faciès est bien celui d'une véritable falaise, avec blocs et conglomérats grossiers, ne laissant aucun doute sur

(1) Benoit, *B. S. G. F.*, 2e sér., t. 16, p. 372.

la réalité de cette transgression. De même à la Grive Saint-Alban, à 30 kilomètres au Sud-Est de Lyon, les sables les plus élevés du Miocène marin passent transgressivement sur les fentes du calcaire bathonien, remplies d'une argile ferrugineuse à minerai de fer pisolithique, dans laquelle se retrouvent les débris d'une riche faune de Vertébrés miocènes qui ont vécu en ce point pendant la période d'émersion de ce plateau calcaire.

On verra également que les traces de cette transgression se retrouvent également en Suisse et dans le Wurtemberg.

V. — Mollasse supérieure a Cardita Jouanneti.

Après cet épisode de charriage, représenté par ce puissant dépôt de sable et de grès, le faciès du Miocène marin se modifie, dans le midi de la vallée du Rhône au moins, à la fois par le retour de l'élément marneux et calcaire et par l'apparition d'une faune nouvelle, caractérisée surtout par la *Cardita Jouanneti*, par l'abondance d'*Ancilla glandiformis*, de Pleurotomes (*Clavatula Jouanneti*, *calcarata*, *asperulata*, etc.), des *Nassa*, (*N. cabrierensis*) précurseurs du type *N. semistriata* pliocène, etc.

Ces couches supérieures de la mollasse marine sont particulièrement bien développées et fossilifères dans le bassin de la Durance (Cucuron, Baudument), et dans celui de Visan, et les espèces les plus caractéristiques de cette faune nouvelle sont les suivantes :

Murex Dujardini Tourn.
— *striæformis* Mich.
Pollia exsculpta Duj.
Fusus provincialis F. et T.
Nassa Dujardini Desh.
— *acrostyla* F. et T.
— *cytharella* F. et T.
— *sallomacensis* May.
— *cabrierensis* F. et T.
Terebra modesta Defr.
Ancilla glandiformis L.
Conus canaliculatus Br.
Genota ramosa Bast.
Clavatula Jouanneti Desm.
— *asperulata* Lam.
— *calcarata* Grat.
Mitra fusiformis Broch.
Columbella Turonica May.
Natica euthele F. et T.
— *leberonensis* F. et T.
— *volhynica* d'Orb.
Turritella bicarinata Fich.
— *pusio* F. et T.
Proto rotifera Lam.
Mesalia cabrierensis F. et T.
Turbo muricatus Duj.
Rotella subsuturalis d'Orb.
Ostrea crassissima Lam.
Pecten scabriusculus Math.
— *cavarum* Font.
— *improvisus* F. et T.
— *nimius* Font.
— *planosulcatus* Math.
Arca turonica Duj.
Crassatella provincialis F. et T.
Cardita crassa Lam.
— *Jouanneti* Bast.
Venus plicata Genes.
Tapes sallomacensis F. et T.
Eastonia rugosa Th.
Corbula Escoffieræ Font.
— *carinata* Duj.

L'ensemble de cette faune présente une très grande analogie avec la faune de Tortone, de Saubrigues et de l'ensemble du *deuxième étage méditerranéen* du bassin de Vienne.

Si l'on veut suivre la distribution géographique de ce nouvel étage, suivant l'ordre adopté dans les chapitres précédents, on commence à le rencontrer dès la côte de Provence (1), où il constitue la mollasse rose calcaréo-gréseuse de la Couronne à *Pecten gallo-provincialis* Math., *scabriusculus* Math., *Cardita Jouanneti* Bast., *Clypeaster*, *Echinolampas*, dont l'épaisseur totale ne dépasse pas 7 à 8 mètres.

Dans la région de l'étang de Berre (2), le même horizon est représenté par la mollasse calcaréo-gréseuse de Sulauze et de Miramas, superposée au système gréseux du *safre* et contenant, outre les *Pecten scabriusculus* et *planosulcatus*, plusieurs des Gastropodes de la *faune de Cabrières*, tels que : *Murex striæformis*, *Nassa cabrierensis*, *N. cytharella*. L'épaisseur de l'assise atteint ici 15 à 20 mètres et son faciès est très uniforme.

C'est dans la vallée de la Durance, aux environs de Cucuron (3), que la mollasse à *Cardita Jouanneti* se présente avec son plus beau développement. Elle y comprend une assise inférieure calcaréo-gréseuse ou *mollasse de Cucuron* (4), où dominent avec les Huîtres et les grands *Pecten* (*P. solarium*, *planosulcatus*, *scabriusculus*, *nimius*, *etc.*), les Oursins (*Echinolampas hemisphæricus*, *Scutella subrotundata*), les Bryozoaires, les Nullipores, qui impriment à ces couches une sorte de *faciès récifal* analogue à celui du *Leitkakalk* de Vienne ; la *Cardita Jouanneti* s'y rencontre déjà en abondance et de grande taille. Une assise supérieure est constituée par les *marnes bleuâtres de Cabrières d'Aigues*, riches en Gastropodes, dont les principaux ont été indiqués dans la liste ci-dessus, et contenant de nombreux galets de rivage percés par les *Pholas*, *Parapholas*, *Gastrochœna*, *Sphenia*, *Lithodomus*, dont les coquilles sont encore en place dans ces galets. Un banc de grandes *Ostrea crassissima* surmonte l'assise marneuse et le faciès marin du miocène se termine par quelques mètres de sables fins, jaunâtres, où l'on n'a recueilli jusqu'ici que quelques débris de Pectinidés.

L'horizon de Cabrières se poursuit à l'Est en remontant la vallée de la Durance, notamment à Mirabeau, où il consiste en marnes

(1) FONTANNES et DEPÉRET, *Etud. stratig.*, fasc. X, p. 41.
(2) Id., p. 61.
(3) FONTANNES, *Etud. stratig.*, fasc. IV.
(4) FISCHER, *B. S. G. F.*, 3e sér., t. 7, p. 218.

sableuses fossilifères alternant avec des bancs gréso-caillouteux, de faciès très littoral. M. Kilian (1) a fait connaître son existence encore plus loin dans le bassin de Forcalquier-Digne, notamment à Volonne, la Forest, Baudument, sous la forme d'une mollasse sableuse alternant avec des grès et cailloutis et contenant la faune de Cabrières : *Turritella bicarinata*, *pusio*, *Clavatula calcarata*, etc. L'extension de l'étage à *Cardita Jouanneti* dans le bassin de la Durance semble donc avoir été la même que celle des étages inférieurs et moyens de la mollasse marine.

Si l'on continue de remonter la vallée du Rhône, on retrouve dans le Haut-Comtat, aux environs de Visan (2) l'horizon à *Cardita Jouanneti*, développé sous un faciès un peu différent de celui de la Durance et presque entièrement sableux. Sur les sables à *Terebratulina calathiscus* de l'horizon précédent, repose une première assise de marnes sableuses, assez compactes à la base (20-25 m.) caractérisées par l'abondance du *Pecten Vindascinus* Font., et où apparaissent *Cardita Jouanneti* et d'autres espèces de la faune de Cabrières, telles que *Ancilla glandiformis*, *Natica euthele*, *Pecten cavarum*, *P. nimius*. Par tous ses caractères, cette assise se rattache aux couches superposées, que caractérise dans leur ensemble *Cardita Jouanneti*, mais cette espèce est représentée à ce niveau par une forme de petite taille, et elle n'est destinée qu'à acquérir un peu plus haut son maximum de développement à la fois individuel et numérique.

Les couches supérieures de Visan sont entièrement sableuses et contiennent la plus grande partie de la faune des marnes de Cabrières, à laquelle viennent s'adjoindre quelques espèces lacustres et continentales (*Helix delphinensis* Font., *Gualinoi* Mich., *Limnæa heriacensis* Font., *Planorbis heriacensis* Font., *Hydrobia avisanensis* Font.), entraînées de la côte voisine dans la mer miocène, et pour la plupart identiques aux espèces des sables d'eau douce supérieurs du Bas-Dauphiné.

Quand on pénètre dans la région du Rhône dauphinois (nord de la Drôme, Isère) le faciès des horizons supérieurs du Miocène marin reste en entier sableux, ce qui, joint à la rareté des fossiles, permet difficilement le parallélisme de détail avec les horizons plus marneux et plus fossilifères du Midi.

C'est ainsi que dans le bassin de la Drôme ou de Crest (3) (Mont-

(1) Kilian, Montagne de Lure, p. 300.
(2) Fontannes, *Etud. stratig.*, fasc. III, p. 51.
(3) Fontannes, *Etud. stratig.* fasc. VI, p. 114-116.

vendre, Romans) le faciès des sables à *Terebratulina calathiscus* du sommet de l'horizon n° IV (voir plus haut) se continue jusqu'au sommet du Miocène marin ; les sables deviennent seulement plus fins, plus marneux et passent ainsi insensiblement aux couches d'eau douce du Miocène supérieur.

Il en est à peu près de même dans la vallée de Galaure, à Tersanne (1), où les *sables à Brachiopodes*, épais de 70 mètres, passent insensiblement en devenant plus fins et plus argileux à une zone plus littorale (*niveau des Ponçons*) où l'on trouve associée à *Nassa Michaudi* une assez riche faune marine littorale, analogue à celle de Cabrières et de Saint-Génis d'Aoste (voir plus bas).

Plus au nord, dans le Viennois (2), la mollasse à *Terebratulina calathiscus*, qui, à Vienne, repose sur le gneiss et affecte un faciès grossier et littoral, montre également un passage graduel aux sables d'eau douce supérieurs par l'intermédiaire d'une zone ferrugineuse, à concrétions de manganèse, qui, dans tout le plateau d'Heyrieu, contient la faune saumâtre et continentale de la zone à *Nassa Michaudi*.

Enfin il en est de même à Lyon, sur l'ancien rivage gneissique de la mer de la mollasse, où une faune très analogue dans son ensemble à la *faune de Saint-Fons* se trouve dans un conglomérat ferrugineux, où M. Falsan (3) a découvert au pont du Vernay, dans la vallée de la Saône, avec le *Nassa Michaudi*, une partie des espèces de la faune marine de Tersanne (Drôme).

On voit en résumé que, dans la région dauphinoise, le faciès des *sables à Terebratulines* monte plus haut que dans le bassin de Visan, de sorte que la partie supérieure de cet horizon sableux doit correspondre aux couches à *Cardita Jouanneti*, c'est-à-dire à la faune *tortonienne* de Cabrières. En effet, il existe vers le sommet de ces sables, un peu à l'Est de Lyon, dans les environs de Saint-Génis d'Aoste, à Chimilin, Veyrins, Bas-Leyssin, à quelques mètres de distance verticale au-dessous de la zone à *Nassa Michaudi* (4) et par conséquent à 70^{m} environ au-dessus de Saint-Fons, divers gisements

(1) Fontannes, *Etud. stratig.* — Le vallon de la Fuly, p. 9.

(2) Id., p. 13.

(3) Falsan, Introd. stratig. à l'étude des Tufs de Meximieux (*Arch. Mus. Lyon*, t. I, p. 14).

(4) Les sables à Terebratulines sont à St-Fons à l'altitude de 170^{m} environ ; le conglomérat ferrugineux de la mollasse marine s'élève sur le gneiss de la Croix Rousse jusqu'à 185^{m} ; la zone fossilifère de St-Génis d'Aoste est à 229^{m} ; la base de la zone à *Nassa Michaudi* est à 253^{m} à Heyrieu, à 250^{m} à Bourgoin ; ces chiffres donnent une idée de la succession des zones et de leurs épaisseurs aux environs de Lyon.

d'une petite faunule marine assez riche dont Fontannes (1) a publié la liste suivante :

Murex nodosus Bell. var.
— *cristatus* Broc.
— *bifrons* Tourn.
* *Pollia exsculpta* Duj.
* *Nassa conglobata* Broc.
* — *Dujardini* Desh.
* — *acrostyla* F. et T.
— *Falsani* Tourn.
* *Ancilla glandiformis* Lam.
* *Pleurotoma asperulata* Lam.
Columbella curta Duj.
* — *porcata* F. et T.
Erato lævis Don. ?
* *Turritella bicarinata* Eichn.
Serpulorbis arenarius L.
* *Turbo muricatus* Duj.
Trochus Tholloni Mich.
Calyptræa chinensis L.
Fissurella italica Defr.
Helix delphinensis Font.
— *abrettensis* Font.
Planorbis heriacensis Font.
Auricula Lorteti Font.
* *Pecten improvisus* F. et T.
— (*P. scabrellus* in Font.)
— *pusio* L.
Lima plicata Lam.
Mytilus sp. ?
Arca barbata L.
* — *turonica* Duj.
— *lactea* L.
Pectunculus glycimeris L.
Cardita Michaudi Tourn.
Venus umbonaria Lam.
— *Haidingeri* Hörn.
Mactra triangula Ren.
* *Eastonia rugosa* Chemn.
Solen cf. *marginatus* Pult.

Cette faune a, dans son ensemble, une très grande analogie avec celle de Cabrières (les espèces communes ont été marquées d'une astérisque) au point qu'il n'est guère possible de douter de leur parallélisme, malgré l'absence en Dauphiné de *Cardita Jouanneti*, peut-être en raison du faciès sableux de l'étage. La faune des Ponçons à Tersanne (Drôme) en est sans doute aussi très voisine comme niveau, malgré la présence de *Nassa Michaudi*, espèce destinée à caractériser surtout la zone saumâtre qui est à la base de l'étage suivant.

Au nord de Lyon, on ne connaît plus aucun gisement d'une faune semblable, ni en Savoie, ni dans l'Ain, soit que ces niveaux élevés de la mollasse marine aient été emportés par l'érosion, soit, ce qui me paraît plus vraisemblable, que la mer miocène n'ait plus atteint, à l'époque de la *Cardita Jouanneti*, une latitude aussi élevée et se soit terminée en golfe fermé aux environs de Lyon, ainsi que l'a déjà supposé M. Suess (2). La présence d'un certain nombre de formes saumâtres de Nasses et d'Auricules, associées à la faune marine de Tersanne et de St-Génis d'Aoste, donne un grand poids

(1) Fontannes, Étude sur les faunes malacologiques miocènes de Tersanne et d'Hauterives (*Revue des Sciences de Montpellier*, t. VI, p. 13).

(2) Suess, Des Antlitz der Erde, t. I, p. 388.

à cette opinion en montrant le faciès d'estuaire de cet horizon dans le Bas-Dauphiné. On verra plus loin du reste que l'horizon tortonien fait également défaut dans toute la Suisse et ne se retrouve à l'Est que dans le bassin de Vienne.

VI. — Miocène supérieur, saumâtre, d'eau douce et fluviatile

Là finissent dans tout le bassin du Rhône, les faciès franchement marins du Miocène, auxquels succèdent des couches d'abord saumâtres, ensuite lacustres, et enfin fluviatiles, qui montrent la dessalure progressive des eaux et l'installation dans cette vallée d'un régime de plus en plus continental.

Dans la Provence maritime, ces couches du Miocène supérieur font entièrement défaut, soit qu'elles ne se soient jamais déposées, soit, ce qui est plus probable, qu'elles aient été emportées par l'érosion.

Les affleurements les plus méridionaux se voient aux environs d'Aix-en-Provence (1), où les couches supérieures de la mollasse marine sont surmontées, au-dessus de la tranchée de la gare du chemin de fer, au moulin de St-Jérôme, à la montée d'Avignon, etc., par des marnes blanchâtres ou grises avec *Helix Christoli* Math., *Helix Dufrenoyi* Math., Planorbes, Néritines, passant en haut à des marnes rouges à *Hipparion* et *Tragocerus amalthœus;* l'épaisseur de ces couches lacustres ne dépasse pas une dizaine de mètres.

Par l'intermédiaire des affleurements du plateau de la Trévaresse, entre le Lar et la Durance, les couches d'eau douce d'Aix se relient aux terrains classiques du plateau de Cucuron (2), illustrés par les travaux de MM. Fischer, Tournouër, Gaudry, Fontannes. La coupe comprend, au-dessus du Tortonien marin : une première assise de marnes grises, de faciès saumâtre, avec *Melanopsis narzolina* Bon., *Neritina Dumortieri* Font., devenant plus blanches et plus calcaires à la partie supérieure, où la faune prend un faciès fluviatile et terrestre : *Helix Christoli* Math., *Succinea primœva* Math., *Planorbis Mantelli* Dunc. (= *prœcorneus* F. et T.), *Pl. Matheroni* F. et T., *Bithynia leberonensis* F. et T., *Limnœa cucuronensis* Font., *L. Deydieri* Font., *Glandina inflata* Reuss., *Castor Jœgeri* Kaup., *Hipparion gracile* Kaup. Puis le faciès lacustre a fait place au faciès continental de *limons rouges* avec *lits caillouteux,* qui sont le gisement

(1) Collot, Descr. géol. des envir. d'Aix-en-Provence, p. 117.
(2) Gaudry, Les animaux fossiles du mont Leberon (Vaucluse).

de la belle faune de Vertébrés décrite par M. Gaudry. Dans le milieu de ces limons se montre une récurrence de *marnes lacustres* contenant les mêmes mollusques que l'assise inférieure, et enfin le faciès continental reprend le dessus et devient même presque exclusivement torrentiel et caillouteux à la fin de l'étage.

Ces *limons rouges* et les *cailloutis impressionnés* qui les accompagnent ne sont pas limités aux environs de Cucuron; ils forment en remontant la vallée de la Durance une vaste nappe, qui a participé aux derniers plissements alpins (Cucuron, Mirabeau, Gréoulx), nappe qui dessine le cours d'une Durance miocène peu différente par son parcours de la basse Durance actuelle, depuis le bassin de Digne jusqu'à la plaine du Vaucluse.

Il faut ensuite remonter — à cause des énormes érosions qui ont affecté les couches élevées du miocène — jusque dans le *bassin de Visan* (1) pour retrouver un nouveau témoin des couches d'eau douce du Miocène supérieur. Un puissant îlot de ces couches a été épargné entre Valréas, Nyons et Visan, entouré de tous côtés par des vallées d'érosion, et se relie au Sud au petit massif de Mirabel, Buisson, Caïranne, qui n'en est qu'un tronçon isolé.

Au-dessus du banc d'*Ostrea crassissima* par lequel se termine, dans le bassin de Visan, l'étage marin à *Cardita Jouanneti*, on voit une alternance de sables fins et de marnes, entremêlés de lits et de lentilles de fer hydraté, de fragments de bois ferrugineux, de couches plus ou moins continues de lignite, avec des moules abondants, mais mal conservés d'*Helix*, des dents et des ossements d'*Hipparion gracile*, des plaques de *Tortues*, etc. Ces formations sablo-marneuses, parallèles aux couches à *Helix Christoli* et aux limons à *Hipparion* de Cucuron, sont couronnées, comme dans le bassin de la Durance, par des cailloutis d'origine en partie alpine, qui doivent probablement être regardées en partie, au moins, comme de véritables alluvions fluviatiles de la fin de la période miocène.

Dans le Dauphiné, le faciès sablo-marneux prédomine aussi dans le Miocène supérieur d'eau douce. Dans la région de Crest et de Valence (2), les sables à *Terebratulina calathiscus* passent directement, ainsi qu'il a été dit plus haut, par l'intermédiaire de couches plus ou moins marneuses, à une *marne argileuse foncée* présentant à la base des indices de lignite, souvent disposés en trois couches distinctes, rapprochées. Ces marnes contiennent, en particulier à Saint-Martin d'Aoust, des fossiles lacustres et terrestres écrasés

(1) FONTANNES, *Etud. stratig.*, fasc. II, p. 63, et III, p. 55.
(2) FONTANNES, id., fasc. VI, p. 116.

(Planorbes, Limnées, Hélices) et M. Sayn y a recueilli à Chabeuil, des débris de mammifères de la faune à *Hipparion*.

Au-dessus de ces marnes, le petit lambeau synclinal de Montvendre montre des sables fins, blanchâtres, alternant avec des lits sablo-marneux, où M. Sayn a recueilli la belle faune suivante, décrite par Fontannes (1) :

Melanopsis Kleini Kurr. var.
Parmacella Sayni Font.
Helix delphinensis Font.
— *Gualinoi* Mich. var.
— *valentinensis* Font.
— *Escoffieræ* Math.
Planorbis heriacensis Font.
— *Thiollierei* Mich.
— *Matheroni* F. et T
— *Bigueti* Font.
Limnæa heriacensis Font.
Ancylus Neumayri Font.
Vivipara aff. *Neumayri* Brus.
Bithynia leberonensis F. et T.
Hydrobia avisanensis Font.
Valvata Sayni Font. (= *Sibinnensis* Brus.)
— *dromica* Font.
— *hellenica* Tourn. var.
Neritina Grasi Font.
Unio flabellatus Goldf. var.
— *Sayni* (= *atavus* Partsch) Font.
— *Capellinii* Font.
— *Veneria* Font.
Sphærium Loryi Font.

Cette faune a, dans son ensemble, une très grande analogie avec la faune de l'horizon saumâtre à *Nassa Michaudi* du Dauphiné, qu'elle permet de relier, à l'aide de plusieurs espèces communes (*Bithynia leberonensis, Planorbis Matheroni*), à la faune des calcaires à *Helix Christoli* du Leberon.

Dans le Dauphiné septentrional (vallée de la Galoure, collines du Viennois, plateau d'Heyrieu, etc.), le faciès sableux à Terebratulines qui s'élève jusqu'au sommet du Miocène marin fait place à une assise de sables gris ou ferrugineux, parfois grossiers, à stratification tourmentée, que Fontannes (2) a décrite sous le nom de *sables à Nassa Michaudi*, à cause de l'abondance de cette espèce marine. La faune est, dans son ensemble, de faciès saumâtre, et indique nettement l'existence de lagunes littorales peu salées ; les espèces fluviatiles ou terrestres proviennent surtout de galets marneux entraînés au sein de ces sables saumâtres.

Nassa Michaudi Thiol.
Melanopsis buccinoïdea Fér.
Auricula viennensis Font.
— *Lorteti* Font.
Melampus Dumortieri Font.
Bithynia tentaculata L. var.
Valvata vallestris Font.
Helix Chaixi Mich. var.
— *Gualinoi* Mich.
Helix delphinensis Font.
— *Escoffieræ* Font.
Triptychia sp.
Limnæa heriacensis Font.
Planorbis Thiollierei Mich.
— *heriacensis* Font.
— *submarginatus* Christ.
Cyclostoma Falsani Font.
Dendrophyllia Colongeoni Christ.

(1) Fontannes, *Et. stratig.*, fasc. VI, p. 119.
(2) Fontannes, *Et. stratig.*, fasc. I.

On rencontre aussi fréquemment dans cette assise des ossements et des dents d'*Hipparion gracile* Kaup.

Au-dessus de cette zone saumâtre, qui peut atteindre au maximum une quinzaine de mètres d'épaisseur, le faciès fluviatile et continental se substitue au faciès saumâtre dans une épaisse masse de 100 à 125 mètres, marneuse à la base (il y a en général trois niveaux marneux plus ou moins distincts), sableuse à la partie supérieure. Ces couches contiennent quelques coquilles d'eau douce et terrestres identiques à celles de la zone à *Nassa Michaudi* et, à St-Jean-de-Bournay, dans la couche marneuse inférieure de l'assise, une belle faune de Mammifères de la faune à *Hipparion*. Enfin il est probable qu'une bonne partie des cailloutis alpins qui couvrent les hauts plateaux du Bas-Dauphiné appartiennent encore au Miocène et représentent l'assise des *cailloutis impressionnés de la Durance*; en se dirigeant à l'est vers La Tour-du-Pin, on voit en effet des cailloutis s'intercaler dans des *marnes à lignites* identiques à celles des environs d'Heyrieu, et contenant quelques rares débris de Mammifères miocènes.

Sur le promontoire de la Croix-Rousse, à Lyon (1), la mollasse marine est surmontée, sans l'intermédiaire d'une zone saumâtre à *Nassa Michaudi*, par une épaisseur de 12 mètres de sables fins, d'eau douce, avec *Unios* à la partie supérieure. Au-dessus de ces sables se développe une assise de marnes blanches, argileuses, ligniteuses, qui forment la partie la plus intéressante de la coupe. En effet cette assise marneuse, qui était à peine ébauchée sur les plateaux du Viennois, prend ici une épaisseur de 22 mètres et contient une belle faune de Mollusques fluviatiles et terrestres dont Fontannes donne la liste suivante :

Helix Nayliesi Mich.
— cf. *valentinensis* Font.
Zonites Colongeoni Mich. var.
Ancylus Neumayri Font.
Limnœa heriacensis Font.
Planorbis heriacensis Font.
— ? *Thiollierei* Mich.
Bithynia sp.
Unio Sayni Font. (= *atavus*)

Il existe en outre dans cette zone toute une faune de Vertébrés terrestres, identiques pour la plupart aux espèces de Pikermi et du Mont Leberon.

Le Miocène supérieur fluviatile se poursuit au nord de Lyon, avec des faciès très analogues, le long du bord occidental des chaînons

(1) FONTANNES. Les terr. tert. et quatern. du promontoire de la Croix-Rousse (*Arch. Mus. Lyon*, t. IV).

du Jura, aux plissements desquels il a pris part. A Varambon, près Pont-d'Ain, on ne voit guère que des sables fins d'eau douce identiques à ceux du Dauphiné. Mais, un peu au nord d'Ambérieu, on voit, relevée contre le bord du Jura, une large bande de marnes lignitifères (Douvres), qui, à Saint-Jean-le-Vieux, contiennent, avec le *Dinotherium : Valvata Sayni* Font., *Bithynia leberonensis* F. et T., c'est-à-dire la faune de Montvendre. Cette bande pénètre dans le synclinal de la vallée de Suran jusqu'à Villereversure (Ain), où a été recueilli *Helix Larteti* Boissy. A Soblay, près Pont-d'Ain, les exploitations de lignite ont fourni une belle faune de Vertébrés terrestres, identiques à ceux de Saint-Jean-de-Bournay (Isère). On retrouve beaucoup plus au nord, au pied du Jura, à Vercia, près Beaufort (Jura), le prolongement de ces marnes à lignites miocènes.

Dans l'intérieur des chaînes du Jura français, le Miocène supérieur a été presque partout emporté par l'érosion. C'est seulement vers la frontière suisse, près Pontarlier (1), que se montrent, au fond des synclinaux des Lavaux et des Verrières françaises, des couches d'eau douce miocènes, qui, dans ce dernier bassin, surmontent la mollasse marine (voir plus haut). M. Dollfus admet dans ces horizons d'eau douce la succession suivante de haut en bas :

3. Marne calcaire des Lavaux, de la Vorbe à *Helix sylvana* Kl.
2. Argile rouge à *Helix Larteti* Boissy, des Verrières.
1. Marne grise et mollasse à *Melanoïdes Escheri* Brongn., des Verrières.

Mollasse marine à *Pecten præscabriusculus*.

La superposition presque directe de ces horizons d'eau douce (par l'intermédiaire de quelques mètres de mollasse sableuse) sur la zone à *Pecten præscabriusculus* permet de penser, avec M. Dollfus, que les niveaux 1 et 2 au moins de la coupe précédente représentent les couches marines supérieures du bassin du Rhône, c'est-à-dire l'étage *tortonien*, tandis que le niveau n° 3 seulement répondrait aux couches à *Hipparion gracile*, c'est-à-dire à la mollasse d'eau douce sableuse du Dauphiné. Le faciès des couches des environs de Pontarlier est donc tout à fait semblable au faciès des dépôts suisses qui seront étudiés plus loin.

(1) Dollfus, *B. S. G. F.*, 3e sér., t. XV, p. 179.

VII. Couches a Congeria sub-Basteroti.

Les formations fluviatiles et continentales qui terminent l'étage précédent indiquent une régression complète des eaux marines dans le bassin du Rhône, vers la fin du Miocène. Mais alors se produisirent dans cette région, probablement par suite d'un abaissement général des lignes de rivage dans le bassin de la Méditerranée, de puissants phénomènes de ravinement qui ont entaillé dans la masse du Miocène lacustre et marin des vallées identiques, pour la plupart au moins, à nos vallées actuelles. C'est dans le fond des thalwegs ainsi constitués que s'est produite un peu plus tard la transgression pliocène qui a amené les eaux de la Méditerranée jusqu'aux portes de Lyon.

Mais en quelques points du midi de la vallée du Rhône, on observe au-dessous des premiers dépôts franchement marins de la mer pliocène, et en concordance complète avec eux, un certain nombre d'affleurements très restreints, en puissance et en étendue, de couches saumâtres, caractérisées par la présence de *Congeria*, de *Melanopsis* et de petits *Cardium* caspiques, c'est-à-dire par une faune de *faciès pontique*. Ces couches à Congéries, rudiment d'une formation si puissante dans le bassin du Danube et en Orient, ont été d'abord découvertes par M. Mayer (1) aux environs de Bollène (Vaucluse), puis retrouvées par Fontannes (2) dans la Drôme, à Saint-Pierre de Cénos et à Saint-Restitut dans l'Ardèche (3), à Saint-Michel et à Saint-Montant, et par Tournouër dans le Gard (4), à Théziers. Les principales espèces de cet horizon à Congéries sont les suivantes :

Melanopsis Matheroni May.
Neritina micans Fischer.
Melania Tournoueri Fischer.
Hydrobia congermana Font.
Congeria sulcarinata Desh.
— *simplex* Barbot.
— *dubia* May.
— *latiuscula* May.
Cardium bollenense May.
— *Grasi* Font.
— ? *macrodon* Desh.
— *semisulcatum* R.
— *diversum* May.
— *prœtenue* May.
— *Partschi* May.
— *subtile* May.

(1) Mayer, Découverte des couches à Congéries dans le bassin du Rhône (*Viertel Jahr. schrift. d. natur. Gesels. in Zürich*).

(2) Fontannes, *Etud. stratig.*, fasc. II.

(3) Fontannes, Nouv. obs. s. l. ter. tert. de l'Isère, de la Drôme et de l'Ardèche (*Ann. Soc. agric. Lyon*, 1882).

(4) Tournouer, *B. S. G. F*, 3e sér., t. II.

Au point de vue stratigraphique, les couches à Congéries du bassin du Rhône se relient intimement (1) aux formations pliocènes marines qui les surmontent, et auxquelles elles passent insensiblement, tandis qu'elles sont séparées du Miocène par une discordance importante due à de grands phénomènes de ravinement. Leurs caractères paléontologiques les rattachent, ainsi que l'a établi Fontannes, aux couches à Congéries d'Italie et de la Roumanie, et nullement aux couches à Congéries du bassin de Vienne, qui sont plus anciennes et correspondent à la base de l'étage pontique. Si l'on veut, en raison du faciès faunique, rattacher aussi les couches à Congéries de la vallée du Rhône à l'étage pontique, il faut du moins les considérer comme un terme tout à fait supérieur de cet étage, dont elles représentent seulement un court épisode, postérieur au grand phénomène fluviatile et continental indiqué par les graviers à *Hipparion*, et à titre de phénomène précurseur de grands effondrements pliocènes.

Le tableau ci-contre résume la succession des assises miocènes dans les différentes régions du bassin du Rhône, en dehors de toute tentative de classement théorique et de parallélisme avec les bassins étrangers. L'horizon des couches à Congéries (n° VII) n'y a pas été indiqué à cause de son peu d'étendue géographique et de sa discordance avec les autres termes du Miocène.

Faunes de Vertébrés miocènes du bassin du Rhone

Quelques-uns seulement des horizons ci-dessus énumérés contiennent des faunes de Vertébrés terrestres susceptibles de servir à des parallélismes à distance. Voici, dans l'état actuel des découvertes, quelle est la série de ces gisements :

Horizon I. — L'Aquitanien saumâtre n'a jusqu'ici fourni d'autre gisement que celui des lignites de Bois d'Asson, près Manosque, où l'on a trouvé les *Anthracotherium magnum* et *A. Hippoideum*, un Crocodile et une Tortue (*Platyemys Lachati* Sauvage).

Horizons II et III. — La faune terrestre de ces deux niveaux est inconnue dans la vallée du Rhône. La mollasse calcaire à *Pecten præscabriusculus* (sommet de l'horizon n° III) est le gisement du *Squalodon Barriense* Jourdan (2), qui se retrouve au même niveau dans la Haute Autriche, à Linz.

(1) Depéret, *Bull. Serv. Carte géol. de France*, n° 16, 1890.

(2) Jourdan, *C. R. Ac. Sc.*, Paris, 1861, t. 53, p. 969. — Lartet, *Arch. Mus. Lyon*, t. IV, p. 315.

TABLEAU de la succession des horizons

	CÔTE DE PROVENCE	RÉGION DE L'ÉTANG DE BERRE	PLATEAU DE CUCURON	BASSIN DE FORCALQUIER-DIGNE
VI	Manque.	Manque.	Cailloutis et limons à *Hipparion*. — Calcaires et marnes à *Helix Christoli* et *Melan. Narzolina*.	Cailloutis impressionnés de la Durance (Valensole, les Mées, Cadenet) et calcaires lacustres intercalés.
V	Mollasse rose gréseuse de la Couronne à *Pecten gallo-provincialis*.	Mollasse gréseuse de Sulauze, Miramas, à *Pecten plano-sulcatus* et *scabriusculus*.	Sables marins peu fossilifères. — Marnes de Cabrières à *Card. Jouanneti*. — Mollasse de Cucuron (faciès récifal).	Alternance de cailloutis et de sables marneux à *Card. Jouanneti* (Baudument, Mirabeau, etc.)
IV	Série sablo-marneuse à *Pecten Fuchsi* et moules de Bivalves, avec intercalation de faciès récifal à Bryozoaires à Sausset.	Sables et grès (Safre). — Argiles bleues sableuses d'Istres (faciès de *Schlier*).	Sables et grès à petits *Cardium*. — Sables à *Pecten Fuchsi* — Sables à *Ostrea crassissima*.	Sables et grès à *Pyrula cornuta* (Reillanne, Forcalquier, etc.) avec intercalations de marnes et calcaires lacustres à *Helix moguntina* et *Glandina inflataa cra s элu*. — *O. crassissima* à la base.
III	Mollasse calcaire à *Ostrea crassissima* de Sausset.	Mollasse calcaire à *Pecten Tournali*, d'Istres, Plan d'Aren.	Mollasse calcaire de Lourmarin.	Mollasse calcaire de Forcalquier. — Marnes à *Ostrea Sellei*
II	Mollasse rose de Sausset. — Sables et grès à *Turritella turris*.	Sables de Plan-d'Aren et conglomérat vert.	Sables verts et conglomérat.	Sables à Scutelles et *Pecten rotundatus* et conglomérat.
I	Mollasse de Carry à *Pyrula Lainei*.			Calcaire à *Helix Ramondi* et *Planorbis cornu*.

miocènes du bassin du Rhône

COMTAT (BASSIN DE VISAN)	DRÔME (BASSIN DE CREST)	ISÈRE ET BAS-DAUPHINÉ (VIENNOIS, LYON)	AIN	DÉPARTEMENTS DU JURA ET DU DOUBS
Cailloutis des plateaux. — Sables et Marnes à *Hipparion* et fossiles d'eau douce.	? — Sables de Montvendre à *Unio flabellatus* et marnes à *Hipparion* de Chaleuil.	Cailloutis des plateaux. — Marnes blanches de la Croix-Rousse. — Sables et marnes à *Helix delphinensis*. — Zone à *Nassa Michaudi* et Auricules.	Marnes à lignite de Soblay, Douvres, St-Jean-le-Vieux.	Manque.
Sables à *Ancilla glandiformis*. — Marnes à *Pecten Vindascinus*.	Faciès sableux à *Terebratulina calathiscus* de Montvendre (à la base zone marneuse à faciès de *Schlier*).	Sables à *Ancilla glandiformis* de Tersanne, de Saint-Génis d'Aoste.		Calcaire à *Helix sylvana* des Lavaux, de la Vorbe.
Sables à *Terebratulina calathiscus* du Moulin à-Vent. — Grès à *Cardita Michaudi*. — Sables à *Pecten Fuchsi* et *Amphiope perspicillata*. — Sables et grès à *Ostrea crassissima* et *Schlier* d'Avignon.	— Grès à *Cardita Michaudi*. — Sables. — Sables et grès à *Ostrea crassissima*.	— Sables à *Terebratulina calathiscus* de Saint-Fons, Serezin, Vienne, Romans, etc. — Sables à *Ostrea crassissima* de Voreppe.	— Grès à *O. crassissima* de St-Martin-de-Bavel.	— Argile rouge à *Helix Larteti* des Verrières. — Marne grise à *Melanoides Escheri* des Verrières. — Sables et grès.
Mollasse marno-calcaire à *Pecten præscabriusculus* de St-Paul-trois-Châteaux.	Mollasse marno-calcaire de Crest, Autichamp.	Mollasse marneuse du Royans, de Voiron, — et poudingues de Voreppe.	Mollasse gréseuse à *Pecten præscabriusculus* de St-Martin-de-Bavel, de la combe d'Evoaz.	Mollasse à *Pecten præscabriusculus* de la Ferté, de Foncines, des Verrières.
Sables à *Scutella paulensis* et conglomérat.	Sables à *Pecten Justianus*.	Manque.	Manque.	Manque.
Calcaire à *Helix Ramondi*.	Calcaire à *Helix Ramondi*.		Mollasse rouge.	

Horizons IV et V. — Dans le midi de la vallée du Rhône, où la séparation de ces deux étages est facile à la fois par le faciès marneux du niveau n° V et par la richesse de la faune à *Cardita Jouanneti*, on possède encore très peu de documents relatifs aux faunes terrestres de ces horizons. Tout se réduit à la découverte faite par Fontannes (1) du *Mastodon angustidens* Cuv., au quartier des Biancons, près Mirabeau (Basses-Alpes), dans le banc d'*Ostrea crassissima* qui couronne les couches à *Cardita Jouanneti* du niveau de Cabrières et est recouvert immédiatement par les grès fluviatiles et les poudingues du Miocène supérieur. Mais ce fait a une grande importance, en montrant la persistance du *M. angustideus* jusqu'au sommet du faciès marin dans le bassin du Rhône. Plus au nord, dans la région du Rhône dauphinois, le *faciès sableux* de tous les termes supérieurs du Miocène marin et la pauvreté corrélative de la faune rendent plus difficiles la séparation précise des horizons IV et V. Par contre, les documents mammalogiques deviennent beaucoup plus abondants.

C'est ainsi que les sables à *Terebratulina calathiscus* des environs de Romans (Drôme) (2) ont fourni, associés à des dents de Squales et d'autres Poissons marins, des débris de Mammifères marins dont Gervais et van Beneden donnent la liste suivante : (3)

PHOCIDÉS :	*Pristiphoca* sp.
MYSTICÈTES :	*Plesiocetus Gervaisi* van Ben.
CÉTODONTES :	*Hoplocetus crassidens* Gerv.
	Squalodon sp.
	Champsodelphis acutus G. et B.
	Schizodelphis planus G. et B.

« Ces Mammifères marins sont enfouis, comme dans les faluns de la Loire, avec des Quadrupèdes d'espèces terrestres, parmi lesquels le *Dinotherium giganteum*, des *Rhinoceros* et le *Listriodon splendens* » (2). Cette dernière espèce, ainsi que le *Mastodon angustidens* cité plus haut à Digne, caractérisent, comme on le sait, la faune miocène proprement dite, généralement désignée sous le nom de *faune ou d'horizon de Sansan.*

D'autres découvertes analogues ont été faites dans les sables marins du massif miocène au nord de Romans. Le Muséum de Lyon possède : 1° des fragments de molaires de *Dinotherium* trouvés entre Romans et Tain, au pont de l'Herbasse ; 2° une mâchoire

(1) FONTANNES, Sur la découverte de débris de Mastodontes dans la mollasse marine des environs de Digne (*Ann. Soc. agric. Lyon*, 22 nov. 1886).

(2) GERVAIS, Zoologie et paléontologie françaises, 2e éd., p. 346 (note).

(3) GERVAIS et VAN BENEDEN, Ostéogr. des Cétacés vivants et fossiles.

supérieure de *Dinotherium* des sables marins de Bren, près St-Donat; 3° une base de bois de *Dicrocerus* (*D. elegans* Lart.) du mas Courep, près Saint-Donat, et une extrémité supérieure de métatarsien de la même espèce, trouvée à Clérieux, sur l'Herbasse. Toutes ces espèces appartiennent comme les précédentes à la *faune de Sansan*.

Un peu plus au nord, dans les massifs du Viennois on a recueilli : 1° à la Martinière, près Chuzelles, au nord de Vienne, une grande incisive de *Rhinoceros* ou d'*Acerotherium*; 2° deux molaires de *Dinotherium* aux environs de Vienne. Quant aux molaires d'*Hipparion* trouvées à Saint-Fons et conservées au Muséum de Lyon, leur gisement au sein des sables fins à Terebratulines doit être considéré comme tout à fait douteux et ces pièces peuvent fort bien provenir d'un remaniement des sables d'eau douce supérieurs par les alluvions quaternaires. On ne connaît en résumé aucun débris authentique d'*Hipparion* dans les sables miocènes franchement marins de la vallée du Rhône.

Mais la plus belle faune des Vertébrés se trouve dans les argiles rouges avec minerai de fer pisolithique qui remplissent les fentes de carrière du calcaire bathonien, à la Grive-Saint-Alban, à 30 kilomètres au sud-est de Lyon. Ces fentes, situées vers 240^{m} d'altitude, ont été recouvertes transgressivement, après leur remplissage, par la partie la plus élevée seulement des sables marins du Bas-Dauphiné. Les argiles *sidérolithiques* de la Grive représentent le résidu de la lente dissolution des calcaires jurassiques pendant la longue période durant laquelle le plateau rocheux de la Grive est resté émergé au-dessus de la mer miocène. La faune contenue dans ces fentes peut donc appartenir à un horizon très élevé du miocène marin, sans qu'il soit possible de fixer une limite inférieure.

La liste des Vertébrés de la Grive-Saint-Alban (1) est la suivante :

SINGES.	*Pliopithecus antiquus* Lart.
CHIROPTÈRES.	*Vespertilio grivensis* Dep.
	Vesperugo noctuloides Lart.
CARNASSIERS.	*Machairodus Jourdani* Filhol.
	Œlurictis intermedia Filh.
	Pseudœlurus quadridentatus Gerv.
	— *transitorius* Dep.
	Lutra Lorteti Filh.
	— *dubia* Blainv.

(1) FILHOL, *Arch. Mus. Lyon*, t. III. — DEPÉRET, *Arch. Mus. Lyon*, t. IV et V. (Le tome V contient une révision générale de cette faune).

	Martes Filholi Dep.
	— *delphinensis* Dep.
	Trochictis hydrocyon Lart.
	Haplogale mutata Filh.
	Plesictis sp.
	Herpestes crassus Filhol.
	Viverra cf. *steinheinensis* Fraas.
	— *leptorhynca* Filhol.
	Progenetta incerta sp. Lart.
	Dinocyon Thenardi Jourdan.
	— *goriachensis* Toula.
	Amphicyon ? major Pomel.
INSECTIVORES.	*Erinaceus sansaniensis* Lartet.
	Galerix exilis Blainv. (*Parasorex socialis* v. Meyer).
	Talpa telluris Pomel.
	Dimylus paradoxus v. Meyer.
	Sorex pusillus v. Meyer var.
RONGEURS.	*Sciurus spermophilinus* Dep.
	Myoxus sansaniensis Lart.
	Cricetodon rhodanicum Dep.
	— *medium* Lartet.
	— *minus* Lartet.
	Prolagus Meyeri Tschudi.
	Lagopsis verus Hensel.
PROBOSCIDIENS.	*Mastodon angustidens* Cuv.
	Dinotherium giganteum Kaup.
PACHYDERMES.	*Anchitherium aurelianense* Cuv.
	Rhinoceros sansaniensis Lart.
	— *brachypus* Lart.
	Macrotherium grande Lartet.
	Listriodon splendens v. Mey.
	Hyotherium Sœmmeringi v. Mey.
	Chœromorus pygmœus Dep.
RUMINANTS.	*Protragocerus Chantrei* Dep.
	Hyœmoschus Jourdani Dep.
	Palœomeryx magnus Lart.
	Micromeryx Flourensianus Lart.
	Dicrocerus elegans Lart.
OISEAUX.	*Phasianus altus* M. Edw.
	— ? *medius* M. Edw.
	Palœortyx Edwarsi Dep.
	Picus Gaudryi Dep.
REPTILES.	*Testudo antiqua* Bronn.
	Emys sp.
	Lacerta sp.
BATRACIENS.	*Rana* sp.

Cette faune, la plus riche du Sud-Est de la France, comprend actuellement 47 espèces de Mammifères, plus quelques espèces d'Oiseaux, de Reptiles et de Batraciens, qui portent le total des Vertébrés terrestres au chiffre d'une soixantaine environ.

Dans l'ensemble, la faune de la Grive-St-Alban a de grandes ressemblances avec la faune de Sansan, avec laquelle elle possède la moitié environ d'espèces communes, mais elle montre dans les détails de différents genres (*Pliopithecus, Machairodus, Lutra, Cricetodon, Protragocerus*, etc.) un degré d'évolution légèrement plus avancé (1) que celui des animaux de Sansan. Le gisement de la Grive est donc certainement un peu plus jeune que ceux de Sansan et des lignites de Styrie (Eibiswald, Wies) et doit être sensiblement du même âge que ceux de Steinheim (Wurtemberg), de Georgengsmund (Bavière), et que tous ceux de la *mollasse d'eau douce supérieure* de Suisse (Ellg, Kapfnach, Œningen, etc). A Steinheim en particulier, le degré d'évolution des types génériques est tout-à-fait comparable à celui des animaux de la Grive-St-Alban.

Une faune tout-à-fait semblable se trouve enfouie dans les mêmes conditions de gisement, dans les fentes du calcaire bajocien au Mont-Ceindre (2), un peu au nord de Lyon, mais ces fentes situées à 400^{m} d'altitude n'ont ici aucun rapport stratigraphique avec le terrain miocène. Cette faunule comprend environ 19 espèces toutes communes avec la Grive, à l'exception de deux Chiroptères (*Rhinolophus lugdunensis* et *R. collongensis* Dep.) qui sont assez abondants pour faire considérer ces fentes comme de véritables *grottes à Chauve-Souris* miocènes.

Les autres espèces sont les suivantes :

Pliopithecus antiquus Lartet.
Dinocyon göriachensis Toula.
Trochictis hydrocyon Lart.
Haplogale mutata Filh.
Martes Filholi Dep.
Galerix exilis Blainv.
Sorex pusillus v. Meyer.
Sciurus spermophilinus Dep.
Myoxus sansaniensis Lart.
Cricetodon rhodanicum Dep.
— *medium* Lart.
Cricetodon minus Lart.
Prolagus Meyeri Tschudi.
Chœromorus pygmæus Dep.
Micromeryx Flourensianus Lart.
Dicrocerus elegans Lart.
Hyœmoschus sp.
Oiseaux.
Tortues.
Batraciens.
Lézards.

Horizon VI.— Avec les couches saumâtres et d'eau douce du Miocène supérieur, les débris d'animaux terrestres deviennent partout assez abondants dans la vallée du Rhône.

Dans le bassin de la Durance, à Cucuron, les marnes et calcaires à *Helix Christoli* et *Melanopsis narzolina* de Ratavoux ont fourni aux

(1) Depéret, Recherches sur la succession de faunes des vertébrés miocènes du bassin du Rhône, p. 22. (*Arch. Mus. Lyon*, t. IV.)
(2) Depéret, La faune de la grive St-Alban (*Arch. Mus. Lyon*, t. IV, p. 5).

recherches de M. Deydier (1): *Hipparion gracile* Kaup, et *Castor Jægeri* Kaup.

Un peu plus haut dans la série, les limons rouges continentaux des environs de Cucuron (ferme de l'Aumane, Vaugines) contiennent la belle faune terrestre décrite par M. le prof. Gaudry (2) sous le nom de *faune du Mont-Léberon*, et composée des espèces suivantes :

Machairodus cultridens Kaup.
Hyœna eximia Roth et Wagn.
Ictitherium hipparionum Gerv.
— *Orbignyi* Gaud.
Dinotherium giganteum Kaup.
Rhinoceros Schleiermacheri Kaup.
Acerotherium incisivum Kaup.
Hipparion gracile Kaup.
Sus major Gerv.
Helladotherium Duvernoyi Gaud.
Tragocerus amalthœus R. et Wagn.
Gazella deperdita Gerv.
? *Palœoreas Lindermayeri* R. et W.
Cervus Matheroni Gerv.
Testudo leberonensis Depéret (3).
Testudo, 2 sp.

Une faune semblable a été découverte par M. Torcapel à Aubignes, dans les graviers fluviatiles sous-basaltiques du plateau des Coirons (Ardèche), où M. Gaudry a reconnu :

Machairodus cultridens Kaup.
Hyœnarctos sp.
Ictitherium sp.
Rhinoceros Schleiermacheri Kaup.
? *Sus major* Gerv.
Hipparion gracile Kaup.
Tragocerus amalthœus Gaud.
Cervus Matheroni Gerv.
Testudo sp.

Dans le Haut-Comtat ou bassin du Visan, je ne connais d'autre découverte que celle de dents isolées d'*Hipparion gracile* dans les sables à fossiles d'eau douce de Valréas (Muséum de Lyon).

Mais plus au nord, dans le fond du golfe constitué par la région du Rhône dauphinois, les documents abondent.

Ainsi, M. Sayn a recueilli dans les marnes de la base, à Chabeuil : *Hipparion gracile, Castor Jægeri, Sus major*, et à Montvendre dans les sables supérieurs aux marnes : *Hipparion gracile, Castor Jægeri, Cervus*.

Dans les sables d'eau douce supérieurs du massif au nord de Romans (Drôme), on a recueilli à Crépol une molaire d'*Hipparion gracile* (Muséum de Lyon). Dans la vallée de la Galaure, à Tersanne, l'*Hipparion gracile* est assez commun (4) à la fois dans la zone saumâtre à *Nassa Michaudi* qui forme la base de l'étage, et dans les sables d'eau douce à *Helix* qui surmontent ces couches saumâtres; on y trouve aussi des fragments d'Emydes.

(1) Depéret, *B. S. G. F.*, 3e sér., t. 18, p. 103.

(2) Gaudry, Animaux fossiles du mont Léberon, 1873.

(3) Depéret, Sur la découverte d'une Tortue de terre géante au mont Léberon (*C. R. Ac. Sc.*, Paris, 28 avril 1890).

(4) Fontannes, *Etudes stratigraphiques*. I. Le vallon de la Fuly, p. 8.

Plusieurs molaires de *Dinotherium* (Muséum de Lyon) proviennent de ce même niveau aux environs de *Montmirail* (Drôme) et c'est d'une autre localité peu éloignée (*Château de Langon*, près de Montrigaud) que venaient les fameux ossements de *Dinotherium* montrés au moyen-âge comme appartenant au squelette du géant Teutobochus, roi des Cimbres.

A *Sonnay* (Isère), sur la limite méridionale du plateau du Viennois, non loin de Beaurepaire, on a recueilli une belle moitié de mandibule d'*Hipparion gracile* (Muséum de Lyon).

Mais la plus belle localité fossilifère du Viennois est celle de Saint-Jean-de-Bournay (Isère), où les marnes intercalées à la base des sables à *Helix*, immédiatement au-dessus de la zone à *Nassa Michaudi*, contiennent les espèces suivantes (1) :

Mastodon longirostris Kaup.
Dinotherium giganteum Kaup.
Hipparion gracile Kaup.
Rhinoceros cf. *simorrensis* Lart.
Sus major Gerv.
Chalicomys Jœgeri Kaup.
Protragocerus Chantrei Dep.
Dicrocerus elegans Lart.

Le degré d'évolution des Antilopidés (*Protragocerus*) indique pour la faune de Saint-Jean-de-Bournay une ancienneté un peu plus grande que celle des animaux du Léberon, ce qui est bien conforme à la position stratigraphique du gisement, tout à fait à la base des couches d'eau douce du Miocène supérieur.

C'est à peu près au même niveau qu'il faut rapporter les lignites de la Tour-du-Pin (Isère), intercalés dans un Miocène supérieur à faciès plus littoral et plus caillouteux; le Muséum de Lyon possède de ce gisement plusieurs molaires de *Sus* ? *alæochœrus* Kaup.

Au contraire les marnes blanches de la Croix-Rousse (2), à Lyon, occupent dans le Miocène supérieur un niveau notablement plus élevé et surmontent la masse des sables à *Helix* ; aussi leur faune a-t-elle un cachet légèrement plus jeune que celle de Saint-Jean-de-Bournay et est-elle tout à fait semblable à la faune de Pikermi, du Léberon et d'Aubignas. J'y ai signalé les espèces suivantes (3) :

Mastodon longirostris Kaup.
Dinotherium Cuvieri Kaup.
Rhinoceros Schleiermacheri Kaup.
Hipparion gracile Kaup.
Tragocerus amaltheus Roth et Wag.
— cf. *Valenciennesi* Gaud.
Gazella deperdita Gerv.
Hyœmoschus Jourdani Dep.
Micromeryx sp.
Chalicomys sp.
? *Grus Pentelici* Gaud.

(1) Depéret, Recherches sur la succession des Vertébrés miocènes, p. 63 (*Arch. Mus. Lyon*, t. IV).
(2) Depéret, id., p. 63.
(3) Depéret, id., p. 57.

Enfin, au nord de Lyon, à l'entrée de la grande dépression de la Bresse, et contre le rebord occidental des chaînons du Jura, on a recueilli, dans les argiles à lignites miocènes supérieures de Soblay (Ain), une petite faune de Mammifères qui paraît exactement de l'âge de la faune de Saint-Jean-de-Bournay, et qui comprend les espèces suivantes (1) :

Mastodon turicensis Schinz.
Chalicomys Jœgeri Kaup.
Sus major Gerv.
Hipparion gracile Kaup.
Rhinoceros cf. *Schleiermacheri* Kaup.
Protragocerus Chantrei Dep.
Trionyx sp.

Les sables à lignites de Saint-Jean-le-Vieux, un peu au sud de Soblay, ont fourni deux prémolaires supérieures d'un *Dinotherium giganteum* de grande taille.

Ainsi, d'une manière générale, on voit apparaître dans tout le bassin du Rhône, *dès la base* des couches saumâtres (calcaire à *Helix Christoli* de Cucuron ; zone à *Nassa Michaudi* du Dauphiné ; Soblay), qui surmontent la mollasse marine *tortonienne*, une faune de Mammifères terrestres, très différente de la faune de Sansan à *Mastodon angustidens*, *Listriodon*, *Anchitherium*, que l'on a vu plus haut monter jusqu'au sommet des couches miocènes de faciès marin (La Grive-Saint-Alban, bassin de Digne). Cette nouvelle faune, caractérisée par le *Mastodon longirostris*, l'*Hipparion gracile*, le *Sus major*, par l'apparition des Antilopidés du groupe des Tragocères, se perpétue dans les couches d'eau douce qui surmontent la zone saumâtre et jusque dans les graviers d'origine fluviale qui, presque partout, terminent le Miocène de la vallée du Rhône et de ses affluents. Dans ces horizons tout à fait élevés du Miocène supérieur (Croix-Rousse, Leberon, Aubignas), la faune terrestre devient, par l'abondance des Antilopidés (*Gazella*, *Tragocerus*) tout à fait identique à la faune de Pikermi.

Le tableau suivant indique la répartition stratigraphique des faunes terrestres miocènes du bassin du Rhône et les parallélismes de ces faunes avec les localités classiques des autres bassins.

(1) DEPÉRET, Recherches sur la succession des Vertébrés miocènes, p. 57 (*Arch. Mus. Lyon*, t. IV).

HORIZONS	FAUNES DU BASSIN DU RHÔNE	LOCALITÉS ÉTRANGÈRES
VI Miocène sup. fluviatile, d'eau douce et saumâtre	3. Faune des limons du Léberon. — des graviers d'Aubignas (Ardèche). — des marnes de la Croix-Rousse, à Lyon. ——— 2. Faune de Saint-Jean-de-Bournay (Isère). — de Soblay et de St-Jean-le-Vieux (Ain). — des marnes et sables à *Helix* de Visan (Vaucluse), Montmirail, Montvendre (Drôme). ——— 1. Faune des sables à *Nassa Michaudi* du Dauphiné (Tersanne, Toussieu, etc.) — des calcaires à *Helix Christoli* de Cucuron.	Faune de Pikermi (Grèce). — des *Belveder-Schotter* de Vienne (Autriche). ——— Faune d'Eppelsheim (Hesse). — des couches à Congéries de Vienne (Autriche).
V Couches à *Cardita Jouanneti* et IV Mollasse sableuse moyenne	*Mastodon angustidens* de Mirabeau (Basses-Alpes). ——— Faune de la Grive-St-Alban (Isère). — du mont Ceindre à Lyon. — des sables à Terebratulines de Romans (Drôme), etc. ———	Faune de l'*obere Süsswasser-Molasse* de Suisse (le Locle, Kapfnach, Ellg, Œningen), du Wurtemberg (Steinheim) et de Bavière (Georgengsmund). Faune de l'étage sarmatique et du 2e étage méditerranéen de Vienne (Autriche). ——— Faune de Sansan (Gers), d'Eibiswald et de Wies (Styrie).
III Mollasse marno-calcaire infér. et II Sables à Scutelles.	Manque.	Faune des sables de l'Orléanais. — des sables d'Eggenburg (Autriche).
I (Aquitanien)	Faune de Volx (Basses-Alpes).	Faune d'Ulm (Wurtemberg). — de Saint-Gérand-le-Puy (Allier).

Résumé sur le Miocène du bassin du Rhône.

Ainsi, d'après les documents qui précèdent, l'histoire miocène du bassin du Rhône comprend une série d'épisodes qui peuvent être résumés de la manière suivante :

1° A la fin de l'Oligocène (*Aquitanien*), la mer est sur la côte de Provence et du Languedoc, avec un rivage bien peu différent du rivage actuel. Cette mer se prolonge dans l'intérieur du pays par une lagune saumâtre où vivent des Cyrènes et des Potamides ; cette lagune occupe non-seulement le thalweg de la vallée du Rhône, mais encore s'étend sur une partie des chaînons subalpins de Provence et du Dauphiné ; elle se continue sans interruption, d'une part avec les lagunes de la vallée de la Saône (Bresse), de l'autre par la Savoie, avec celles qui suivent le pied nord des Alpes en Suisse, en Bavière et jusqu'en Autriche.

2° Avec le début du Miocène, commence une phase *positive* ou de transgression, encore peu accusée avec la *zone inférieure*, celle des *sables à Scutella paulensis*. La mer dépose sur la côte de Provence des mollasses qui renferment la belle faune des faluns de Saucats et de Léognan, tandis que, dans l'intérieur de la vallée, les courants maritimes venus du sud amènent, sur les dépôts saumâtres aquitaniens, des cordons de galets (conglomérats verts) et des sables de faciès très littoral.Ces premiers dépôts miocènes dessinent un golfe marin fermé au nord, qui s'avance, à très peu près, jusqu'à la vallée de la Drôme actuelle.

3° La transgression s'accentue avec la *zone marno-calcaire à Pecten præscabriusculus*, qui déborde partout l'horizon précédent et s'avance au nord, sur l'emplacement des chaînons subalpins de la Drôme, de l'Isère et de la Savoie, ainsi que sur les plus orientales des chaînes du Jura français, pour atteindre la Suisse et, de là, par la Bavière, le bassin extra-alpin de Vienne. Largement ouvert en Provence et dans le Comtat, le bras de mer miocène se rétrécit ensuite rapidement pour se transformer en un *fiord* étroit à travers la Drôme, l'Isère, la Savoie et l'Ain.

La faune de vertébrés terrestres qui correspond à ces deux premières zones miocènes est encore inconnue dans le bassin du Rhône.

4° La série des dépôts marins continue sans interruption, et superpose au *faciès récifal* qui termine l'horizon précédent, une masse épaisse de sables et de grès, à *faciès de charriage* et à faune peu caractérisée d'*Ostrea* et de *Pecten*. Dans la région d'Avignon et

de l'étang de Berre, les argiles bleues micacées qui forment la base de l'assise ont un *faciès qui se rapproche beaucoup de celui du Schlier* d'Autriche.

5° Le faciès marno-calcaire reparaît ensuite dans le midi du bassin du Rhône avec la faune à *Cardita Jouanneti* et *Ancilla glandiformis*, analogue à la faune de Baden et de Tortone. Mais, dans le Dauphiné, le faciès sableux de l'horizon précédent persiste jusqu'au sommet du Miocène marin et ne permet que difficilement la distinction de l'horizon à *Cardita Jouanneti*, dont on trouve cependant en quelques points (Tersanne, St-Génis d'Aoste) la plus grande partie de la faune.

Ces sables marins du Dauphiné débordent nettement à l'ouest la mollasse marno-calcaire inférieure et vont reposer transgressivement, entre Valence et Lyon, sur les terrains cristallins du Plateau central. Cette transgression, qui se retrouve en Suisse et en Wurtemberg, est sans doute le contre-coup de mouvements survenus dans la chaîne des Alpes.

Ces mouvements alpins ont eu pour conséquence, non seulement de refouler à l'Ouest et au Nord le bras de mer miocène, mais encore de déterminer la régression de cette mer tortonienne, qui cesse de s'étendre en Suisse et forme dans le bassin du Rhône un *golfe fermé au nord à peu près à la hauteur de Lyon.*

La faune de Vertébrés terrestres, qui correspond à l'ensemble du faciès sableux du Dauphiné (y compris les couches à *Cardita Jouanneti* de Provence), a pour type la faune des fentes de carrière de la Grive St-Alban, à *Mastodon angustidens, Listriodon splendens, Anchitherium aurelianense, Pliopithecus antiquus* ; elle est très-voisine de la *faune de Sansan*, avec un *degré d'évolution légèrement plus jeune* dans l'ensemble.

6° La phase *négative* ou de régression s'accentue ensuite : la mer abandonne le bassin du Rhône, qui se transforme de nouveau en une lagune saumâtre, où se déposent les sables à *Nassa Michaudi* du Dauphiné et les marnes et calcaires à *Melanopsis Narzolina* de Provence. Puis le faciès saumâtre fait place à son tour à des faciès d'eau douce (sables à *Helix* du Dauphiné) et enfin continentaux (limons à *Hipparion* du Léberon, cailloutis des hauts plateaux du Dauphiné et du bassin de la Durance). Les cailloutis qui terminent le Miocène dans tout le bassin du Rhône indiquent l'établissement d'une grande vallée fluviale, analogue à la vallée du Rhône, mais dont le thalweg était situé à une altitude bien supérieure (de plus de 150^{m} en Dauphiné) à celle du fleuve actuel. Dans les chaînes subalpines de Provence, l'ensemble de ces formations continentales a été énergique-

ment plissé par le contre-coup de nouveaux mouvements alpins (post-miocènes).

Un changement brusque et complet de la faune des vertébrés terrestres se montre dès la base de ce grand étage *Miocène supérieur*. A la faune de Sansan succède une autre faune caractérisée par l'*Hipparion gracile*, le *Mastodon longirostris*, le *Rhinoceros Schleiermacheri*, les Antilopes du groupe des *Tragocerus;* cette faune, tout à fait semblable à la *faune de Pikermi* dans l'Attique, est évidemment le résultat d'une migration brusque, corrélative de changements importants de la géographie méditerranéenne.

7° Enfin, par suite de l'abaissement des lignes de rivage de la Méditerranée, des *vallées nouvelles* se creusent aux dépens des couches marines et d'eau douce du Miocène. C'est dans le fond de ces vallées que se déposent les couches saumâtres à *Congeria sub Basteroti*, comme phénomène précurseur des grands affaissements pliocènes.

Après cet exposé synthétique du Miocène du bassin du Rhône, il me reste à comparer les subdivisions stratigraphiques et paléontologiques établies dans ce bassin avec celles des régions de la Suisse, du Wurtemberg, de la Bavière, de l'Autriche-Hongrie, de l'Italie, que j'ai eu occasion, soit de visiter moi-même dans le cours de mon voyage, soit d'étudier dans les principaux musées de ces pays, de manière à arriver à une coordination générale des formations de la période miocène dans la région alpine.

1° Bassin de Vienne.

De toutes les régions que j'ai parcourues, c'est le *bassin de Vienne* qui présente avec le bassin du Rhône les termes de comparaison les plus intéressants et les plus nombreux. C'est qu'en effet, à ces deux extrémités de la chaîne des Alpes, le faciès marin débute et se termine à peu près au même moment de la période miocène, tandis que dans la région intermédiaire, la transgression marine miocène s'est produite plus tard et la régression s'est manifestée beaucoup plus tôt.

M. le professeur Suess (1) a distingué depuis longtemps, à la suite

(1) E. Suess, *Sitzungsb. k. Akad. Wissensch. in Wien*, I Abth., 1866. — Id. Das Antlitz der Erde, I. Band., p. 389 et suiv. — Voir aussi Fuchs, Géol. Ubers. d. jüng. Tertiärbild. d. Wiener Beckens (*Zeit. Deutsch. geol. Gesellsch.*, 1877).

de Rolle, dans le Miocène d'Autriche, deux grands étages ou groupes d'assises, qu'il a nommés *Premier* et *Deuxième étages méditerranéens.*

Il est vrai que cette division chronologique n'a pas parue justifiée à MM. Tietze (1) et Bittner (2), qui considèrent les deux étages méditerranéens du bassin de Vienne comme des faciès latéraux et contemporains d'un même horizon. Plus récemment, M. de Stefani (3) a soutenu la même opinion, en l'appuyant d'un certain nombre de faits paléontologiques ; l'auteur pense que les diverses assises du Miocène de Vienne représentent seulement les faciès *littoral, coralligène* ou *pélagique* suivant les points, d'un même dépôt. La visite un peu rapide que j'ai pu faire des couches miocènes de Vienne ne m'autorise pas à venir formuler, dans un aussi important débat, une opinion entièrement personnelle. Il m'a semblé cependant que le nombre des faits de superposition directe que j'ai pu constater ou qui ont été publiés dans des coupes précises était suffisant pour faire admettre une succession de niveaux chronologiquement distincts. D'autre part, le caractère de la faune est nettement différent entre les horizons inférieurs et supérieurs de ce Miocène, même *lorsqu'on a soin de comparer seulement des faciès identiques,* comme le sont par exemple les faciès coralligènes à nullipores de l'horizon d'Eggenburg et du Leithakalk. On va voir d'ailleurs que la comparaison des horizons de Vienne avec ceux du bassin du Rhône, où la *succession stratigraphique ne peut faire aucun doute,* confirme d'une manière complète les vues de M. Suess sur la constitution du Miocène viennois.

Je m'en tiendrai donc à la division en *deux étages méditerranéens,* mais j'insisterai seulement sur les points de comparaison avec le Miocène du Sud-Est de la France et sur les parallélismes qui en résultent.

Le *premier étage méditerranéen* ne se trouve pas dans le bassin de Vienne proprement dit ou bassin d'effondrement intra-alpin; il n'existe qu'en dehors de la zone alpine au nord de Vienne, où il repose directement sur les roches cristallines granito-gneissiques

(1) Tietze, Die Versuche ein. Glied. d. unt. Neogen in d. Oster. Länd. (*Zeit. deutsch. geol. Gesells.*, t. 38, 1886, p. 26).

(2) Bittner, Zur Liter. d. öster. Tertiärablag. (*Jahrb. geol. Reichsanst.*, t. 34, 1884, p. 137). — Noch ein Beitrag z. neue. Tertiarliteratur (*Jahrb. geol. Reichsanst.*, 1886, t. 36, p. 1).

(3) De Stefani, Les terrains tert. sup. du bassin de la Méditerranée (*Mém. Soc. géol. de Belgique*, 1891, t. 18, p. 201).

du massif ancien de la Bohême et de la Moravie (1). Il y constitue, le long de la chaîne granitique du Mannharts, une bande littorale, plus ou moins morcelée en lambeaux, dont les plus importants sont les petits bassins d'Eggenburg et de Horn, d'où le nom de *Hornerschichten* donné au premier étage par Rolle et la plupart des géologues autrichiens.

Sur les indications précises qu'a bien voulu me donner M. Suess, j'ai visité les *Hornerschichten* aux environs de Meissau et d'Eggenburg, et je suis arrivé à la conviction que ces couches sont un complexe qui répond exactement à l'ensemble des horizons I, II et III du bassin du Rhône (voir le tableau page 202).

La succession des horizons y est la suivante de bas en haut :

1. *Couches saumâtres de Molt.* Les couches les plus inférieures du Néogène marin reposent au Galgenberg, près de Horn (2), sur les terrains cristallins, et consistent en une alternance de marnes feuilletées blanches ou jaunâtres et de sables quartzeux, grossiers, ferrugineux, le tout sans autres fossiles que des fragments d'huîtres. Ce niveau grossier est surmonté, de l'autre côté de la plaine qui s'étend entre les collines micaschisteuses de Horn et de Dreieichen, par des marnes sableuses bleuâtres, ligniteuses à la partie supérieure, qui, sur les talus au N-E. de Molt, contiennent une faune de *faciès saumâtre*, et où j'ai recueilli *Potamides plicatus* Brug., *P. margaritaceus* Broc., associés à quelques formes plus franchement marines, telles que : *Murex sublavatus* Bast., *Murex* aff. *erinaceus* L., *Nassa baccata* Bast., *Arca cardiiformis* Bast., *Mytilus Haidingeri* Hörn., *Chama gryphina* Lam.

MM. Suess et Fuchs indiquent encore parmi les formes de ce niveau : *Murex Schönni* Hörn., *Natica redempta* Mich., *Nerita Plutonis* Bast., *Proto cathedralis* Brongn., *Turritella turris* Bast., *T. gradata* Menke, *T. Riepeli* Partsch, *Lucina ornata* Ag., *Pecten Malvinæ* Dub.

L'ensemble de la faune marine a autant de ressemblance avec la faune *aquitanienne* de Mérignac, St-Avit, qu'avec la faune franchement miocène de Saucats et de Léognan, de sorte qu'il est difficile de décider, d'après les seuls *Potamides*, et en l'absence des espèces aquitaniennes caractéristiques telles que *Melongena Lainei*, si l'horizon de Molt représente le véritable *Aquitanien* de Carry ou seulement un accident saumâtre à l'extrême base du *1er étage miocène*.

(1) E. Suess, *loc. cit.* — Fr. Suess, Beobacht. uber d. Schlier in Ober.-Österr. u. Bayern (*Ann. Hofmus.*, 1891, p. 407). — Th. Fuchs, Die Tertiärbild. d. Umgebung v. Eggenburg (*Jahrb. geol. Reichsanst.*, t. 18, p. 584). — Id., Zur neueren Tertiärliteratur (*Jahrb. geol. Reichsanst.*, t. 35, 1885, p. 123).

(2) E. Suess, *loc. cit.*, pl. I, fig. 1.

2. *Sables de Loibersdorf.* Les couches saumâtres de Molt passent insensiblement, sur les talus des collines tertiaires dominées par le promontoire micaschiteux de Dreieichen (1), à des sables jaunâtres bien développés à quelques kilomètres plus au sud, dans les bois, près du village de Loibersdorf, d'où le nom de *sables de Loibersdorf.* Bien que leur faciès soit plus franchement marin que l'horizon de Molt, ces sables contiennent encore à Loibersdorf une couche rougeâtre où abondent les *Potamides* de Molt (*Pot. plicatus*) et des Néritines (*Neritina picta* Fér.) indiquant la continuation du régime saumâtre.

Parmi les espèces marines, il convient de citer en première ligne le grand *Cardium Kubecki* Hauer, spécial à ce niveau dans le bassin de Vienne, mais qui se retrouve, selon M. de Stefani (2), en Calabre au sommet du Miocène, et dont la forme représentative actuelle est le *C. magnum* Born, du golfe du Mexique.

Cette belle espèce fait jusqu'ici défaut dans le Miocène de France. La faune marine de Loibersdorf comprend un assez grand nombre d'espèces, parmi lesquelles j'ai recueilli : *Turritella gradata* Menke, *Ancilla glandiformis* Lam., *Venus umbonaria* Lam., *Cardium cingulatum* Goldf., *C. edule* L., *Mytilus Haidingeri* Horn., *Pecten Malvinæ* Dub. et de nombreuses Huîtres qui forment des bancs vers la partie supérieure : *Ostrea digitalina* Eichw., *O. gingensis* Schl., *O. crassissima* Lam. Ces bancs d'Huîtres sont particulièrement bien développés de l'autre côté de l'arête micaschisteuse de Dreieichen, dans le bassin d'Eggenburg, un peu à l'ouest du village de Kühnring, où ces Huîtres de grande taille sont associées à des mollasses gréseuses remplies d'empreintes de *Potamides plicatus.* Ces couches s'enfoncent plus à l'ouest vers Kühnring et Eggenburg, sous les sables de Gauderndorf et la mollasse marno-calcaire de l'horizon d'Eggenburg.

D'après les fossiles de l'horizon de Loibersdorf cités par MM. Suess et Fuchs, cette faune a de très grandes analogies avec la faune de Gauderndorf, dont elle se distingue par quelques formes à affinités oligocènes signalées par M. Fuchs (*Murex capito* Phil., *Xenophora cumulans* Brongn., *Cardium cingulatum* Goldf). On peut donc considérer cette zone comme une sorte de terme de passage entre l'Aquitanien et l'horizon plus franchement miocène de Gauderndorf.

3. *Sables de Gauderndorf.* Cet horizon ne se montre pas dans le bassin isolé de Horn. Mais à Eggenburg et surtout au nord de cette ville, dans le ruisseau de Gauderndorf, on observe directement sur

(1) E. Suess, *loc. cit.*, pl. I, fig. 1.
(2) De Stefani, *loc. cit.*, p. 242.

le granite des sables fins bleuâtres, jaunes par altération, contenant une riche faune composée surtout de Lamellibranches, et dont la plupart des espèces sont identiques avec celles des faluns de Saucats et de Léognan dans le Sud-Ouest et de la mollasse rose de Sausset en Provence. Parmi les espèces les plus communes, j'ai observé : *Turritella gradata* Menke, *Proto cathedralis* Brongn., *Trochus patulus* Broc., *Tapes vetula* Bast., *Eastonia rugosa* Chemn., *Chama gryphina* L., *Cardium burdigalinum* Lam. et les deux *Potamides* (P. *plicatus* et *margaritaceus*) de Molt et de Loibersdorf, qui indiquent encore le voisinage de lagunes littorales.

M. Suess a indiqué (1) l'intercalation au milieu des sables à Bivalves de Gauderndorf, d'une bande de sables rougeâtres fins où l'on trouve *Ficula clava* Bast., *Fusus burdigalensis* Bast., *Trochus patulus*, Broc., *Lucina incrassata* Dub., c'est-à-dire la faune de Gastropodes de l'horizon de Léognan le mieux caractérisé. Parmi les Lamellibranches, *Mactra Bucklandi* Dep., *Lutraria sanna*, Bast., *Tapes vetula* Bast., *Cytherea erycina* Lam., etc., confirment cette affinité.

Il me paraît donc certain que les sables de Gauderndorf correspondent à l'horizon le plus inférieur du Miocène de France, c'est-à-dire aux faluns de Saucats et de Léognan dans le Sud-Ouest, aux couches de Sausset et aux sables à *Scutella paulensis* du bassin du Rhône.

4. *Horizon marno-calcaire d'Eggenburg.* Les sables de Gauderndorf sont surmontés à Eggenburg, à Gauderndorf, à Kühnring, etc., par un nouvel horizon gréso-sableux et grossier à la base, mais devenant marneux à la partie supérieure et passant même à une véritable mollasse calcaire tendre, semblable à la pierre de Saint-Paul-Trois-Châteaux (Drôme) et exploitée également à Zögelsdorf, au sud d'Eggenburg, comme calcaire moellon.

Comme la mollasse marno-calcaire du bassin du Rhône, cet horizon est transgressif sur les précédents et repose parfois directement sur les terrains cristallins. Ainsi, à Maissau, au sud d'Eggenburg, on voit, sur le rebord granitique qui domine le village, un lambeau de sables grossiers avec un conglomérat de blocs granitiques roulés à la base ; c'est un véritable dépôt de falaise (à 400 m. d'altitude environ) avec Balanes en place, et où l'on trouve en abondance : *Ostrea lamellosa* Broc., *Anomia costata* Broc., *Pecten Holgeri* Gein., *P. substriatus* d'Orb., *Terebratula Hörnesi* Suess. Un autre lambeau semblable se voit un peu plus au nord, sur le granite, et à la même altitude, auprès de Burgschleinitz.

(1) E. Suess, *loc. cit.*, p. 96.

En approchant d'Eggenburg, le faciès littoral de Maissau se modifie et passe au *faciès calcaire et coralligène* développé sur le plateau de Zögelsdorf, où existent de nombreuses carrières de mollasse tendre, calcaire, avec petits galets, débris d'Huîtres, Bryozoaires, Nullipores, *Pecten Rollei* Hörn., dents de Squales, etc.; c'est un faciès très analogue à la mollasse à Nullipores de St-Paul-Trois-Châteaux, de Ménerbes, et aussi au *Leithakalk* du bassin de Vienne, bien que ce dernier soit d'un niveau beaucoup plus récent.

A Eggenburg, au pied de la colline granitique qui domine à l'est cette ancienne ville, on voit affleurer les sables jaunes et bleus de Gauderndorf. Au-dessus et reposant en transgression sur des bosses de granite arrondies, se montrent des sables grossiers avec galets de rivage, passant en haut à une mollasse gréso-calcaire dure, terminée par un banc de *Perna Soldani;* c'est un faciès de falaise de la mollasse marno-calcaire exploitée à Zögelsdorf.

Cette dernière constitue tout le plateau régulier qui s'étend de Burgschleinitz à Eggenburg et à Gauderndorf, et qui de là se relève progressivement à l'ouest dans la direction de l'éperon micaschisteux de Dreieichen, qui sépare le bassin d'Eggenburg de celui de Horn.

Dans ces diverses localités, les bancs sableux inférieurs et les bancs marno-calcaires du sommet de l'assise contiennent de nombreux fossiles, parmi lesquels j'ai recueilli les types suivants :

Anomia costata Broc.
Ostrea lamellosa Broc.
Pecten Holgeri Gein.
— *Rollei* Hörn.
— *substriatus* d'Orb.
Pecten præscabriusculus Font. (non *scabrellus* L.)
Perna Soldani Desh.
Terebratula Hörnesi Suess.
Echinolampas Laurillardi Ag.
Bryozoaires, Balanes, Nullipores.

A cette liste, il convient d'ajouter, d'après les observations des géologues autrichiens, parmi les plus intéressantes :

Pecten palmatus Lam. (= *crestensis* Font.).
Pecten Malvinæ Dub.

ainsi que des Dimyaires et des Gastropodes, pour la plupart identiques à ceux de l'horizon de Gauderndorf et de la mollasse marneuse du bassin du Rhône.

Il importe de faire ressortir l'abondance du *Pecten præscabriusculus* Font., qui se présente à Eggenburg avec ses caractères typiques et qui a été à tort rapporté jusqu'ici au *Pecten scabrellus* Lam., type du Pliocène italien et français. D'autre part le *Pecten palmatus* Lam. est identique au *P. crestensis* Font., caractéristique de la mollasse marneuse du bassin de Crest. Le *P. Holgeri* Gein. est

représenté dans la mollasse marno-calcaire du Sud-Est par une forme très voisine, que Fontannes a séparée néanmoins sous le nom de *Pecten sub-Holgeri*, mais qui caractérise le même niveau. Enfin l'*Echinolampas Laurillardi* Ag. est une forme représentative de l'*Ech. hemisphæricus* Ag. de la mollasse de St-Paul-trois-Châteaux.

Il en résulte que l'ensemble de la faune marine d'Eggenburg, en particulier celle des Pectinidés (si précieux pour caractériser les divers horizons des terrains néogènes), permet d'affirmer le parallélisme précis de la mollasse d'Eggenburg avec la mollasse à *Pecten præscabriusculus* de la vallée du Rhône. Il existe même peu d'exemples, dans le Miocène, d'une similitude de faune et de faciès aussi frappante, à une aussi grande distance.

5. *Schlier*. Au-dessus du *premier étage méditerranéen*, vient, en Autriche et dans la Bavière orientale, le *Schlier*, horizon d'argiles bleues, avec intercalations sableuses,contenant fréquemment, à la partie supérieure, des traces de lignite et aussi du sel, du gypse et d'autres produits d'évaporation de la mer. Cet horizon, très répandu dans tout le centre de la plaine de la Basse et de la Haute-Autriche, est parfois désigné sous le nom de *couches à Meletta*, à cause de l'abondance des écailles et des os de poissons (*Meletta sardinites* Hœck.) dans ses couches inférieures. La faune de Mollusques, en général pauvre et uniforme, est caractérisée surtout par: *Aturia aturi* Bast., *Solenomya Doderleini* May., *Pecten denudatus* Reuss; mais en quelques points, par exemple à Ottnang, dans la Haute-Autriche, le Schlier devient très fossilifère et sa faune, par l'abondance des Pleurotomes en particulier, prend un faciès qui rappelle la faune des argiles de Baden, bien que ce dernier horizon soit notablement plus récent.

La superposition du Schlier de la Haute et Basse-Autriche sur le premier étage méditerranéen ne saurait faire aucun doute. Elle a éte observée sur une foule de points, à Limberg, à Bayersdorf, à Dichantsdorf près Pulkau (1), à Grübern près Maissau (2) par M. E. Suess ; plus à l'ouest, dans la basse vallée de l'Inn à Rainbach, près Scharding ; en Bavière, à Mettmach, près Ried, à Fürstenzell par M. F. Suess (3). Comme d'autre part, les sables de l'*horizon de Grund* surmontent le Schlier dans la Basse-Autriche, (à Platt, Staats, Grussbach, etc.), il est bien certain que le Schlier constitue, *dans la vallée du Danube*, un véritable horizon stratigra-

(1) E. Suess, *loc. cit.*, pl. I, coupe n° 2.
(2) F. Suess, *loc. cit.*, coupe n° 1.
(3) Id. p. 428-429.

phique bien déterminé, compris entre les deux étages méditerranéens, et non point un faciès latéral de l'un ou l'autre de ces étages. Cela n'empêche pas, bien entendu, que des couches de faciès analogue ou identique au Schlier puissent, en Galicie, en Styrie, en Croatie ou ailleurs, se présenter à d'autres niveaux.

Pour ce qui concerne le bassin du Rhône, le Schlier n'y existe pas avec sa faune caractéristique et ses dépôts d'évaporation de la mer. Mais son niveau est représenté par un autre faciès, le *faciès sableux de charriage* de l'horizon n° IV, compris entre la mollasse marno-calcaire à *Pecten præscabriusculus* et les couches à *Cardita Jouanneti* de Visan et de Cucuron. Cependant il est intéressant de signaler, en se reportant plus haut à la description synthétique du Miocène du bassin du Rhône, qu'il existe dans la plaine d'Avignon et dans les environs d'Istres, immédiatement au-dessus de la mollasse marno-calcaire, une assise d'argiles bleues micacées, avec débris de petits *Pecten*, qui occupent, à la base de l'horizon sableux n° 4, exactement la place du Schlier, *auquel elles ressemblent beaucoup au point de vue lithologique*. Des argiles feuilletées, sableuses, à faciès de Schlier, se trouvent aussi plus au nord dans la Drôme, mais à un niveau stratigraphique un peu plus élevé, dans l'épaisseur des sables à *Terebratulina calathiscus*.

Le *deuxième étage méditerranéen* se superpose au Schlier dans la région extra-alpine du bassin du Danube, mais, par suite de grands effondrements survenus à l'extrémité orientale des Alpes vers l'époque du Schlier, il pénètre avec celui-ci dans le bassin intra-alpin ou *bassin de Vienne* proprement dit. Il y comprend, d'après MM. Suess et Fuchs, la série d'horizons suivants de bas en haut.

1° *Horizon de Grund*. Les couches supérieures saumâtres et lignitifères du Schlier sont recouvertes dans la plaine de la Basse-Autriche, notamment à l'est de Platt (1), à Grund, près Guntersdorf, etc., par une alternance de sables et d'argiles bleues, contenant une faune marine qui, avec un certain nombre d'espèces du *1er étage méditerranéen*, comprend un plus grand nombre de formes nouvelles, destinées à caractériser le *2e étage méditerranéen*, et parmi lesquelles il convient de citer, d'après les collections du Hof Museum,

Conus canaliculatus Broc.
Pleurotoma asperulata Lam.
— *Jouanneti* Bast. variété.
Turritella bicarinata Eichw.
— *vermicularis* Broc.
Pecten Besseri Andr.
Pecten elegans Andr.
Venus marginata Reuss.
Arca turonica Duj.
Cardita crassicosta.
— *Jouanneti* Bast. (rare).

(1) E. Suess, *loc. cit.*, pl. I, fig. 2.

Le *Pleurotoma Jouanneti* ne présente pas à ce niveau sa forme typique, mais ses carènes portent des indices de tubercules au lieu d'être lisses comme dans le type tortonien. La *Cardita Jouanneti* est particulièrement importante à signaler, car elle fait à ce niveau sa première apparition, mais elle est encore assez rare et elle y est représentée par une forme spéciale à côtes rondes et saillantes, à lignes d'accroissement rugueuses (que je signalerai plus loin à Salles, en Touraine, à St-Gall) et qu'il est facile de distinguer du type à côtes plates et lisses destiné à devenir si abondant dans le niveau tortonien, c'est-à-dire au sommet du 2e étage méditerranéen.

L'horizon de Grund renferme encore un certain nombre de types saumâtres, tels que : *Cerithium lignitarum* Eichw., *C. Duboisi* Hörn., remplaçant les *Potamides plicatus* et *margaritaceus* du 1er étage, *Melanopsis impressa* Krauss, remplaçant *Melanopsis aquensis*, *Oncophora socialis* Rzehak et *Gümbeli* Hörn. Il existe aussi un mélange de coquilles fluviatiles et terrestres, parmi lesquelles domine *Helix turonensis* ou au moins une forme de ce groupe.

La faune de Grund présente dans son ensemble une remarquable analogie avec celles des faluns de Touraine, de Salles, de la Superga, qui se rapportent, je crois, au même niveau, c'est-à-dire à la base du 2e étage méditerranéen.

Dans le bassin du Rhône, l'horizon de Grund est mal représenté paléontologiquement, mais je ne doute pas qu'il ne faille en chercher l'équivalent vers le sommet de l'horizon sableux n° IV, où abonde dans les Basses-Alpes, à Reillanne, *Pyrula cornuta* Ag., de même qu'à Grund; ou peut-être un peu plus haut vers la base des couches marno-gréseuses à *Cardita Jouanneti* de Cucuron et de Visan. Dans ce dernier bassin en particulier, les couches marneuses à *Pecten vindascinus* de la base de l'assise me paraissent pouvoir être mises en parallèle avec l'horizon de Grund; c'est du moins dans ces couches que la *Cardita Jouanneti* fait, dans le bassin du Rhône, sa première apparition, et elle y est, comme à Grund, encore peu abondante.

2° Les couches supérieures du 2e étage méditerranéen consistent, dans le bassin de Vienne en particulier, en une série de couches de faciès assez variés : *sableux* (sables de Neudorf et de Pötzleinsdorf); *argileux* (Tegel de Baden, de Gainfahren, de Grinzing); *récifal* (Leithakalk) ou *littoral* (Leitha-conglomerat), entre lesquels des superpositions sont rarement visibles, soit par suite de l'absence de coupes profondes, soit par l'effet de failles et de phénomènes d'affaissements survenus dans l'intérieur du bassin de Vienne. Il m'a paru

cependant, et sans nier la possibilité, en certains points, du passage latéral de l'un à l'autre de ces faciès, que l'on pouvait, aux environs de Vienne, distinguer une assise inférieure constituée par le *Leithakalk* et son *conglomérat de falaise*, et une assise supérieure formée par les argiles de Baden et de Vöslau.

a) *Leithakalk* (1). Ce nom désigne une assise marno-calcaire, tantôt compacte, tantôt grumeleuse, avec bancs de sables et de marnes intercalés (Gainfahren, Steinabrunn). Elle est composée, pour une part notable, de Nullipores, de Bryozoaires, de Polypiers, associés à des Foraminifères (*Amphistegina Haueri*), à des Mollusques et à des Oursins (Clypéastres). C'est une assise de faciès coralligène qui, vers les bords du bassin, près du contact avec les roches anciennes, passe, en se chargeant de cailloutis et même de gros blocs, à un véritable faciès de falaise (Leitha-conglomérat), comme cela a lieu, par exemple, à Baden et à Nussdorf.

Dans la vallée de la Durance, le *calcaire de la Leitha* a pour équivalent exact, à la fois comme faciès et comme niveau, la *mollasse de Cucuron*, assise marno-gréseuse à Nullipores, Bryozoaires, Clypéastres, *Cardita Jouanneti*, et Pectinidés spéciaux (*Pecten scabriusculus* et *planosulcatus*); la spécialisation de la faune des Pectinidés s'explique aisément par la séparation qui existait entre le bassin de Vienne et celui du Rhône à l'époque du 2me étage méditerranéen.

Dans le bassin de Visan et en Dauphiné, le 2e étage méditerranéen est en entier sous un faciès sableux, qui rend difficile une assimilation précise avec le niveau du Leithakalk et de Cucuron.

b) *Argiles de Baden*. Le Leithakalk constitue, tout le long du bord intra-alpin du bassin de Vienne, une série de lambeaux littoraux plus ou moins continus, restés en place ou du moins peu dérangés de leur position première, à l'époque de l'effondrement du centre du bassin. Aussi est-ce seulement en contre-bas de ces lambeaux de bordure et butant contre eux, que l'on peut observer l'assise argileuse supérieure du 2me étage méditerranéen, que l'érosion a fait disparaître au-dessus des lambeaux du Leithakalk.

(1) Dans une note publiée en 1884 (*Verhandl. geol. Reichs.*, n° 18, p. 373), sur l'argile marine de Walbersdorf, M. Fuchs, modifiant un peu ses anciennes idées, considère la partie du *Leithakalk* du bassin de Vienne, sous-jacente aux argiles de Baden, comme un faciès latéral des couches de Grund. Dans cette opinion, le 2e étage méditerranéen de Vienne se diviserait en deux termes : à la base le *Leithakalk inférieur* = Grund ; en haut les argiles de Baden avec un *Leithakalk supérieur* (Soos, Mollersdorf, Marczer Kogel, etc.), à faune peu différente du précédent. Cette interprétation nouvelle est en somme peu différente de celle de M. Suess.

Ces argiles de couleur bleue, fines et compactes à la base, sableuses et même caillouteuses à leur partie supérieure, sont exploitées à Vöslau et à Baden, en de nombreuses tuileries. Leur faune, riche surtout en Gastropodes des genres *Nassa, Conus, Fusus, Mitra, Pleurotoma, Natica, Turritella,* est tout à fait analogue, comme faciès général, à la faune des *marnes de Cabrières-d'Aigues* (Vaucluse), dont le faciès lithologique est aussi tout à fait semblable à celui des *argiles de Baden.* Les marnes de Cabrières occupent d'ailleurs au-dessus de la *mollasse à Nullipores de Cucuron* une situation identique à celle des argiles de Baden par rapport au *calcaire à Nullipores de la Leitha.*

Parmi le grand nombre d'espèces communes aux couches argileuses et sableuses du 2e étage méditerranéen dans le bassin de Vienne (Baden, Vöslau, Enzesfeld, etc.), et à celui de Cabrières (Cabrières-d'Aigues, Visan, Saint-Genis d'Aoste) dans le bassin du Rhône, il faut citer comme les plus caractéristiques :

Murex vindobonensis Hörn.
Nassa Dujardini Desh.
Terebra modesta Defr.
— *acuminata* Bors.
Ancilla glandiformis Lam.
— *obsoleta* Broc.
Conus Mercati Broc.
— *canaliculatus* Broc.
Pleurotoma Jouanneti Desm.
— *asperulata* Lam.
— *granulato-cincta* Münst.
Mitra fusiformis Broc.
Mitra ebenus Lam.
Cerithium lignitarum Eichw.
Turritella bicarinata Eichw.
Natica Moirenci F. et T.
Vermetus carinatus Hörn.
Trochus angulatus Eichw.
Arca turonica Duj.
— *Noœ* L.
Cardita Jouanneti Bast.
— *Partschi* Goldf.
Venus islandicoides Lam.

Il existe en outre dans les deux bassins des espèces qui, sans être identiques, doivent être considérées comme de véritables *formes représentatives,* telles que *Nassa cabrierensis* Font., très voisine de *Nassa badense* Partsch, et l'une et l'autre précurseurs du type *N. semistriata* pliocène; *Natica euthele* Font., voisine de *N. redempta* Wïch; *Pleurotoma pseudoobeliscus* Font., de *P. obeliscus* Desm., etc. Il faut noter aussi que *Cardita Jouanneti* atteint ici son maximum de développement numérique, mais on ne trouve pas dans le bassin de Vienne la forme à côtes plates et lisses de Tortone et de Cabrières.

On est donc autorisé à affirmer, à la fois par la stratigraphie et la paléontologie, le parallélisme exact de l'horizon de Baden et encore plus de Gainfahren et de Grinzing, avec celui de Cabrières, et cet horizon, qui se retrouve en Italie à Tortone, et dans le Sud-Ouest à Saubrigues, peut à bon droit être désigné sous le nom de *Tortonien* qui lui a été donné par M. Mayer.

Là finissent dans le bassin de Vienne, comme dans celui du Rhône, les faciès franchement marins du Miocène. Les horizons qui succèdent aux argiles de Baden indiquent une séparation plus ou moins complète d'avec la mer miocène et une dessalure progressive des eaux.

Sarmatique. — Sur le 2e étage méditerranéen et souvent en discordance avec lui, on voit, sur tout le pourtour du bassin de Vienne, un étage à faune saumâtre et uniforme, souvent désigné sous le nom de *couches à Cérithes*, en raison de l'abondance des *Cerithium pictum* Bast., *rubiginosum* Eichw., *disjunctum* Sow., *spina* Partsch, *nodoso-plicatum* Hörn. M. E. Suess (1) a montré que le caractère réellement spécial de cette faune ne lui était pas donné par ces Cérithes, — qui se retrouvent en plus ou moins grande abondance à d'autres niveaux du Miocène de Vienne, — mais par quelques autres espèces de Mollusques, telles que *Trochus podolicus* Partsch, *Donax lucida* Eichw., *Mactra podolica* Eichw., *Ervilia podolica* Eichw., *Tapes gregarea* Partsch, qui se rencontrent exclusivement à ce niveau. Ces espèces font défaut dans tout le Miocène de l'Europe occidentale, à l'ouest du bassin de Vienne, mais ont au contraire vers l'est une grande extension géographique, en Styrie, en Hongrie, dans la Russie méridionale jusqu'à la mer Noire et à la Caspienne. L'extension de cette faune indique l'emplacement d'une vaste mer dessalée, située tout entière en dehors du bassin de la Méditerranée actuelle et dont M. Suess a désigné les dépôts sous le nom de *couches sarmatiques*.

Selon les idées de MM. Suess et Fuchs, — idées qui ont, il est vrai, été combattues par M. Bittner (2) et par M. de Stefani (3) — la faune sarmatique se composerait de deux sortes d'éléments, dont les uns seraient un reste appauvri, mais ayant persisté sur place, de la faune du 2e étage méditerranéen, tandis que les autres, comprenant les espèces citées plus haut, seraient un apport oriental d'une faune analogue à celle de la mer Noire actuelle.

Les couches sarmatiques se sont étendues dans tout le bassin intra-alpin de Vienne, mais ont pénétré aussi dans la région extra-alpine, où M. Suess a découvert dans la vallée d'Ober-Hollabrunn le lambeau le plus occidental connu de cette formation. Dans les environs de Vienne (Nusdorf, Hernals, Liesing, Brunn, Baden,

(1) E. Suess, *Sitz. Akad. Wiss. Wien*, 1866, t. 54, p. 218.

(2) Bittner. — Ub. d. Charakt. d. Sarmat. Fauna (*Jahrb. geol. Reichs anst.*, 1883, p. 131). Noch ein Beitrag zur neueren Tertiarliteratur (*Jahrb. geol. Reichsanst.*, 1886, t. 36).

(3) De Stefani, loc. cit., p. 57.

Lesbersdorf, etc.), on y distingue un horizon inférieur d'argiles bleues ou *Tegel de Hernals*, et un horizon supérieur sableux à *Donax lucida* et nombreux Cérithes.

Il n'existe dans le bassin du Rhône aucun représentant des couches sarmatiques et il est même impossible encore de déterminer d'une manière précise quelles sont, dans le Miocène du Sud-Est, les couches contemporaines de ce dépôt. Elles ne peuvent guère être cherchées que dans les quelques mètres de sables marins peu fossilifères qui, à Cucuron, par exemple, surmontent les marnes de Cabrières et sont immédiatement recouvertes par les couches saumâtres à *Hipparion* de l'étage pontique.

Pontique. — 1. *Couches à Congeria subglobosa.*

L'abaissement des lignes de rivage du 2e étage méditerranéen au niveau de la mer sarmatique était seulement le précurseur d'un abaissement encore plus grand (1) qui répond au dépôt des couches à *Congeria subglobosa*. Cet abaissement a été accompagné, dans les environs de Vienne, de phénomènes de ravinement intenses, par suite desquels les couches à Congéries se trouvent au fond de vallées creusées dans le 2e étage méditerranéen et le Sarmatique. Ainsi, à Brunn, au sud de Vienne, j'ai pu observer que le niveau supérieur des couches à Congéries était à 30m en contre-bas de la partie supérieure des argiles de Baden.

La formation à Congéries ou *Pontique* (en raison du développement de ces couches dans la région du Pont-Euxin) débute à Vienne par une couche limite grossière à *Congeria triangularis*, puis vient une argile bleue puissante avec lits sableux intercalés, dans laquelle se trouve une faune saumâtre, où dominent, à Brunn, à Inzersdorf par exemple :

Congeria subglobosa Partsch.
— *spathulata* Partsch.
— *Basteroti* Desh.
Unio atavus Partsch.
Cardium apertum Münst.
— *carnuntinum* Partsch.
Cardium conjungens Partsch.
Melanopsis Martiniana Fér.
— *Bouei* Fér.
— *vindobonensis* Fuchs.
— *pygmœa* Partsch.

Au point de vue des comparaisons avec le bassin du Rhône, il importe de faire remarquer, ainsi que l'a déjà fait Fontannes (2),

(1) E. Suess, Das Antlitz der Erde, t. I.

(2) Fontannes, Faune malacologique des terrains néogènes de la Roumanie (*Arch. Mus. Lyon*, t. IV, p. 364).

qu'il n'y a *aucune espèce commune* entre les couches à Congéries de Vienne et celles de la vallée du Rhône et de l'Italie, ce qui permet de supposer *a priori* une différence d'âge entre ces formations, malgré la similitude de faciès général lithologique et faunique. L'étude des faunes de Mammifères et celle de la position stratigraphique de ces horizons à Congéries s'accordent pour démontrer que les couches à Congéries du bassin de Vienne sont plus anciennes que celles du bassin du Rhône et appartiennent à l'extrême base du Miocène supérieur, tandis que celles du Sud-Est de la France se rapportent tout à fait à la fin de ce grand étage et affectent d'étroits rapports stratigraphiques avec les formations pliocènes.

2. *Graviers du Belvédère.* — Au-dessus des couches à Congéries, la série miocène de Vienne continue par une formation fluviatile, les *graviers du Belvédère*, formés de sables et de cailloutis à patine ferrugineuse, provenant des régions primitives du massif bohême et qui s'étalent en une vaste nappe sur tout le bassin ; à Inzersdorf, près de Vienne, on voit ces graviers raviner nettement la partie supérieure des couches à Congéries. D'après M. Suess, ces cailloutis représentent les apports torrentiels d'une rivière venue de l'ouest et ayant construit son delta en aval de Krems.

Il existe une remarquable analogie de faciès et de situation entre ces cailloutis miocènes du bassin de Vienne et la grande nappe de *cailloutis impressionnés* qui couronne également les formations miocènes du bassin du Rhône depuis les environs de Vienne jusqu'à la Provence, et qui, dans le bassin de la Durance, forme, sous le nom de *plateau de Valensole*, un véritable delta triangulaire tout à fait comparable à celui de la Basse-Autriche.

Mais le parallélisme précis de ces diverses formations saumâtres et fluviatiles du Miocène supérieur du bassin du Danube avec les formations similaires du Sud-Est de la France sera encore mieux éclairci à l'aide des faunes des Vertébrés terrestres.

Faunes de Vertébrés miocènes du bassin de Vienne.

Premier étage méditerranéen. — Les débris de Mammifères sont jusqu'ici extrêmement rares dans le *1er étage méditerranéen.*

Parmi les Mammifères marins, le *Squalodon barriense* Jourdan a été trouvé à Linz (Haute-Autriche) (1) dans des sables blancs à *Pecten præscabriusculus* reposant directement sur le granite et appar-

(1) E. Suess, Neue Reste von Squalodon aus Linz (*Jahrb. geol. Reichsanst.*, t. 18, p. 287).

tenant à l'*horizon d'Eggenburg*. On sait que le type de cette espèce provient de la mollasse calcaire à *Pecten præscabriusculus* de Bari (Drôme) (1), c'est-à-dire exactement du même niveau stratigraphique qu'en Autriche.

Des côtes d'*Halitherium* sont assez fréquentes dans les sables de l'horizon d'Eggenburg à Linz et à Eggenburg.

Pour les Mammifères terrestres, le document le plus important consiste dans une belle mandibule, quelques molaires isolées et un astragale d'un Pachyderme de la famille des *Anthracothéridés*, trouvé à Eggenburg, à la partie supérieure des sables marneux de l'*horizon de Gauderndorf*. Ces débris, qui se trouvent à l'Université de Vienne (sauf deux arrière-molaires supérieures qui sont à Eggenburg),ont été déjà signalées par Neumayr (2) en 1888 et attribuées à un *Hyopotamus* dont la taille serait plus du double de celle de l'espèce de Ronzon. J'ai pu examiner ces belles pièces à Vienne et à Eggenburg et je pense qu'il s'agit plutôt d'une espèce du genre *Anthracotherium*, bien que la forme des denticules supérieurs des arrière-molaires soit un peu moins ronde, un peu plus comprimée en demi-croissants que dans l'*A. magnum* de l'Oligocène et se rapproche par conséquent un peu de l'*Hyopotamus*. Autant qu'il est possible d'en juger par une comparaison à distance, l'animal d'Eggenburg paraît se rapprocher beaucoup de l'*Anthracotherium onoideum* Cuv. des sables de l'Orléanais, qui appartient aussi, comme on le verra plus loin, au *premier étage méditerranéen*. La présence simultanée d'un *Anthracotherium* en France et en Autriche dans les couches de ce niveau, jointe à d'autres faits qui seront signalés plus loin pour la Touraine, s'accordent pour montrer le caractère archaïque de la faune terrestre du 1er *étage méditerranéen*.

Parmi les documents relatifs à cet étage, il faut ajouter la belle mandibule de *Listriodon splendens* Mey., trouvée dans les environs de Linz à Mannersdorf et conservée dans la collection paléontologique de l'Université de Vienne ; ce type, franchement miocène, passe dans le deuxième étage méditerranéen.

Deuxième étage méditerranéen. 1. *Horizon de Grund*. On a vu plus haut que le deuxième étage méditerranéen avait seul pénétré dans les vallées intra-alpines de Styrie, de Carinthie, de Carniole, où il débute par des couches saumâtres, ligniteuses, immédiatement surmontées par les couches à *Pirula cornuta* et *Pereiræ Gervaisi* du

(1) Jourdan et Lortet, *Arch. Mus. Lyon*, t. IV, p. 315, pl. 25 *bis* et *ter*.

(2) Neumayr, Hyopotamus-Reste von Eggenburg (*Verhandl. geol. Reichs.*, 1888, p. 283).

niveau de Grund (1). Ces couches ligniteuses ont fourni en divers points de l'Autriche et de la Styrie d'importants gisements de Mammifères terrestres.

L'une des plus riches localités est celle d'Eibiswald et de Feisternitz (Styrie), connue par les travaux de MM. E. Suess, Peters (2), Hofmann (3) et dont les types les plus importants sont dans la collection de l'Institut géologique à Vienne. Cette faune comprend :

Amphicyon intermedius Peters.
Viverra miocenica Peters.
Mastodon angustidens Cuv.
Hyotherium Sommeringi v. Meyer.
— *Meissneri* v. Meyer.
Rhinoceros sansaniensis Lart.
Acerotherium austriacum Peters.
Anchitherium aurelianense Cuv.
Chalicomys Jægeri v. Meyer.
Palæomeryx cf. *Bojani* v. Meyer.
Trionyx styriacus Peters.
Chelydropsis carinata Peters.
Emys pygolopha Peters.
— *Mellingi* Peters.

Dans les lignites de Göriach, près Turnau (Styrie), MM. Hörnes (4), Toula (5) et Hofmann ont décrit les espèces suivantes :

Pliopithecus antiquus Lart.
Felis turnauensis Hörn.
Cynodon ? göriachensis Toula.
Dinocyon göriachensis Toula.
Amphicyon cf. *intermedius*.
Chalicomys Jægeri Kaup.
Mastodon angustidens Cuv.
Hyotherium Sœmmeringi v. Mey.
Anchitherium aurelianense Cuv.
Acerotherium aff. *austriacum* Peters.
Rhinoceros minutus Cuv.
Hyœmoschus crassus Lart.
Dicrocerus elegans Lart.
— *fallax* Hörn.
— *minimus* Toula.

Auprès de Wies (Styrie), à Vordesdorf, Steieregg, Schönegg, et aux environs de Voitsberg (Voitsberg, Stallhofen), des lignites du même âge ont fourni les types suivants (6).

Lutrictis Valetoni Geof.
Mastodon angustidens Cuv.
Palæomeryx eminens v. Mey.
Hyœmoschus crassus Lart.
— *Peneckei* Hofm.
Hyœnarctos brevirhinus Hofm.
Trochictis taxodon Gerv.
Chalicomys Jægeri Kaup.
Sorex styriacus Hofm.

(1) Hilber, Fauna der Pereirœa-Schichten von Bartelmœ in Unter-Krain (*Sitz. k. Akad. Wien*, 1 décembre 1892).

(2) Peters, Zur Kenntniss d. Wirbelth. aus d. Miöcen. von Eibiswald in Steiermark (*Denkschr. Akad. Wiss. Wien*, vol. 29 et 30, 1868-69).

(3) Hofmann, Über einige Saügeth. aus. d. Mioc. von Feisternitz bei Eibiswald (*Zeitsch. d. berg. u. hütt. Vereines für Kärnten*, VII, 1875).

(4) Hörnes, Saügeth. Reste aus. d. Braunkhole v. Göriach bei Turneau (*Jahrb. geol. Reichsanst.*, t. 32, 1882, p. 153).

(5) Toula, Einige neue Saügethierreste aus. d. Braunkhole von Göriach (*Verhandl. geol. Reichs.*, 1882, p. 274). — Id., Uber einige Saügethiere von Göriach bei Turnau (*Jahbr. geol. Reichsanst.*, 1884, p. 385).

(6) Hofmann, Beitr. z. Kenntniss d. Saügeth. aus d. Miocen von Vordersdorf bei Wies (*Jahrb. geol. Reichsanst.*, 1888, t. 38). — Id., Beitr. z. mioc. Saügethier fauna d. Steiermark (*Id.*, 1892, t. 42). — Id., Uber einige Saugethierreste aus d. Braunkohle von Voitsberg und Steieregg, bei Wies (*Id.*, 1887, t. 37, p. 207).

A un niveau sans doute peu différent, vers la base du 2e étage méditerranéen, appartiennent les lignites du Labitschberg, près Gamlitz (Styrie), où M. Hofmann (1) indique les espèces suivantes :

Mustela gamlitzensis v. Mey.
Antilope cristata Bied.
Palæomeryx Bojani v. Mey.
Dicrocerus furcatus Hens.
Hyæmoschus crassus Lart.
Hyotherium Sœmmeringi v. Mey.

Dans la Basse-Autriche, au sud de Vienne, les lignites de Leiding, près Pitten, occupent une position analogue et contiennent fréquemment des débris de Mammifères, parmi lesquels j'ai observé à l'Université de Vienne :

Anchitherium aurelianense Cuv.
Hyotherium Sœmmeringi v. Mey.
Rhinoceros sp.
Hyæmoschus crassus Lart.
Chalicomys minutus v. Mey.
Amphicyon sp.

Le *Mastodon turicensis* Schinz a été trouvé à Jauling dans le même niveau.

Dans le bassin extra-alpin, à Guntersdorf, dans les sables de Grund, a été trouvée une mâchoire supérieure de *Mastodon angustidens* (Hof Muséum).

On voit que la faune de ces couches ligniteuses de la base du 2e étage méditerranéen est assez uniforme et comprend parmi les types les plus répandus et les plus caractéristiques de cet horizon

Pliopithecus antiquus Lart.
Mastodon angustidens Cuv.
Anchitherium aurelianense Cuv.
Hyæmoschus crassus Lart.
Dicrocerus elegans Lart.
Trochictis taxodon Gerv.

C'est une faune franchement miocène, tout particulièrement semblable à la faune de Sansan en France, et, comme elle, dépourvue de toute espèce à cachet oligocène, si l'on excepte le *Lutrictis Valetoni*, signalé à Wies ; ce dernier type en France n'a pas été trouvé au-dessus de l'horizon aquitanien de St-Gérand-le-Puy.

2. *Horizon du Leithakalk et de Baden.* Les couches supérieures de faciès marin du *2e étage méditerranéen* contiennent plus exceptionnellement, il est vrai, et à l'état isolé, dans des points peu éloignés de l'ancienne côte, des débris de Mammifères terrestres dont l'ensemble constitue une faune extrêmement voisine de la précédente.

Dans les collections de l'Université de Vienne et du Hof Muséum,

(1) Hofmann, Beitr. z. Saügeth. d. Braunkohle d. Labitschberges bei Gamlitz (*Jahrb. geol. Reichsanst.*, 1888, t. 38, p. 545).

j'ai pu noter les espèces suivantes de divers niveaux du 2e étage méditerranéen :

Mastodon angustidens Cuv.	Dornbach, Vordersdorf, Loretto, près Vienne.
Dinotherium giganteum Kaup.	Bruck, Breitenbrunn (Leithagebirge).
Anchitherium aurelianense Cuv.	Bruck, a. Leitha.
Rhinoceros cf. *sansaniensis* Lart.	Breitenbrunn, Margarethen.
Dicrocerus furcatus Hens.	Eisenstadt.
Dorcatherium vindobonense.	Sables de Neudorf.
Antilope cristata Bied.	Mannersdorf a. Leitha.

La même faune avec *Mastodon angustidens*, *M. turicensis*, *Listriodon splendens* se retrouve, d'après M. E. Suess (1), dans les couches du 2e étage méditerranéen, du bassin hongrois.

Cette faune ne saurait être distinguée de celle de l'horizon de Grund ni de celle de Sansan en France ; le petit nombre d'espèces qui la composent se retrouvent presque toutes d'ailleurs dans la faune de la Grive-St-Alban (Isère) et dans celle de la mollasse d'eau douce supérieure de Suisse, de Wurtemberg et de Bavière.

Etage sarmatique. Les couches sarmatiques des environs de Vienne contiennent fréquemment des débris de Mammifères, dans les argiles bleues de la base de l'étage à Nussdorf, Hernals, Türkenschanze, Hailigenstadt. Les uns sont marins comme *Pachyacanthus Suessi* et *trachyspondylus* Brandt, *Phoca pontica* Eichw., etc.

D'autres sont terrestres et je puis citer notamment, d'après les collections de l'Université et du Hof Muséum de Vienne :

Anchitherium aurelianense Cuv.	Hernals, Atzersdorf.
Listriodon splendens v. Mey.	Nussdorf, Hailigenstadt, Atzersdorf.
Sus sp.	Hernals.
Rhinoceros sp.	Liesing, Atzersdorf.
Palæomeryx eminens v. Mey.	Nussdorf.
Dicrocerus furcatus Hensel.	Atzersdorf, Turkenschanze.
— cf. *dicranocerus* Kaup.	Hailigenstadt.
Mastodon angustidens Cuv.	Atzersdorf.
Dinotherium giganteum Cuv.	Turkenschanze.
? *Hyæmoschus* sp.	Loretto.

Il faut ajouter à cette liste deux Antilopidés représentés par des chevilles osseuses de cornes : l'un provient d'Hailigenstadt et m'a paru se rapprocher du groupe des petites Antilopes de Sansan ; l'autre, d'Atzersdorf, est du groupe des Tragocéridés et peut appartenir à une forme nouvelle qui rentre probablement dans le genre *Protragocerus* Dep., créé pour une espèce assez commune à la Grive-St-Alban.

(1) E. Suess, *Sitzungsb. Akad. Wiss. Wien*, 1863, t. 47, p. 306.

Malgré la présence de ce dernier type qui annonce les Antilopidés de la faune de Pikermi, le caractère d'ensemble de la faune des Mammifères sarmatiques est encore semblable à celui du 2e étage méditerranéen, c'est-à-dire de l'*horizon de Sansan*, dont cet étage contient les formes les plus caractéristiques, telles que : *Anchitherium aurelianense*, *Mastodon angustidens*, *Listriodon splendens*. Ces caractères vont se modifier d'une manière brusque et complète dès qu'on arrive à l'étage pontique.

Etage pontique. Avec les couches à *Congeria subglobosa* on voit apparaître dans les environs de Vienne, une faune mammalogique nouvelle, caractérisée surtout par le *Mastodon longirostris* qui remplace le *M. angustidens*, par l'*Hipparion gracile* se substituant à l'*Anchitherium*, par la disparition du *Listriodon*, et de beaucoup d'autres formes de l'horizon de Sansan.

Cette même faune se maintient sans modification notable dans l'horizon fluviatile des graviers du Belvédère, qui terminent le Miocène du bassin de Vienne :

De l'ensemble de cet étage pontique, j'ai pu noter dans la collection du Hofmuséum et de l'Université de Vienne.

Mastodon longirostris Kaup.	St-Marxerlinie, Belvédère à Vienne.
Dinotherium giganteum Kaup.	Belvédère, Brunn, Wolfersdorf, Mittelbuck, Höbersdorf, etc.
Rhinoceros Schleiermacheri Kaup.	Belvédère, Matzleinsdorflinie.
Acerotherium incisivum Kaup.	Inzersdorf (c. à Congéries).
Hipparion gracile Kaup.	Inzersdorf (c. à Congéries), Belvédère.
Sus palæochœrus Kaup.	Belvédère.
Dicrocerus dicranocerus Kaup.	St-Marxerlinie.
Cervus (taille de *Matheroni* Gerv.).	Couches à Congéries de Vienne.
Machairodus cultridens Kaup.	Zilligsdorf.

La même faune se retrouve en Hongrie, notamment dans les sables de Baltavar, où elle prend, d'une manière encore plus accusée qu'à Vienne, le caractère de la *faune de Pikermi*.

Conclusions. — Ainsi un changement aussi important que brusque se produit dans la composition de la faune des Mammifères terrestres dans le bassin du Danube, entre le Sarmatique et les couches à *Congeria subglobosa;* tandis que la faune mammalogique du 2e étage méditerranéen et du Sarmatique présente les caractères de la *faune de Sansan*, au contraire celle des couches à Congéries et des graviers fluviatiles qui les surmontent devient tout à fait semblable à la faune d'Eppelsheim et de Pikermi.

Or, en se reportant plus haut à la succession des faunes de Mammifères du bassin du Rhône, on sait qu'un changement tout

à fait semblable se produit en France avec la fin du régime marin miocène. Tandis que le Miocène marin du Dauphiné et de Provence, y compris les couches à *Cardita Jouanneti*, correspond à une faune mammalogique (La Grive Saint-Alban, Romans, Mirabeau) extrêmement voisine par son ensemble de la *faune de Sansan*, on voit au contraire apparaître, dès la base des couches saumâtres à *Nassa Michaudi* du Dauphiné et à *Melanopsis Narzolina* de Provence, une nouvelle faune caractérisée par l'abondance de l'*Hipparion* et des types de Pikermi. Cette même faune se perpétue du reste aussi dans les graviers fluviatiles qui, dans le bassin du Rhône, comme dans celui du Danube, correspondent à la fin du Miocène.

Il résulte de cette comparaison que les couches saumâtres et d'eau douce (mollasse d'eau douce supérieure) du Miocène supérieur dans la vallée du Rhône ne sont pas *tortoniennes*, comme on l'a pensé jusqu'ici, ne sont même pas *sarmatiques*, mais appartiennent déjà à l'étage *Pontique* et sont le véritable équivalent des couches à *Congeria subglobosa* de Vienne (1), tandis que les limons à *Hipparion* du Léberon et les cailloutis impressionnés du Rhône et de la Durance restent ainsi l'équivalent exact des graviers du Belvédère. Enfin les couches à Congéries du bassin du Rhône, qui ravinent les graviers miocènes, représentent un horizon encore un peu postérieur à ces derniers.

Dans la région intermédiaire entre le bassin du Rhône et celui de Vienne, région qui comprend la Suisse, et le bassin du haut Danube en Wurtemberg et en Bavière, les parallélismes de détail du Miocène sont rendus plus difficiles par le grand fait, déjà annoncé par M. Suess, que le faciès marin du Miocène s'y prolonge moins longtemps qu'aux deux extrémités des Alpes, de sorte que la plus grande partie du 2e *étage méditerranéen* s'y trouve représenté par des faciès saumâtre et d'eau douce (*obere Süsswasser-Molasse*). Ainsi, la mer *tortonienne* formait sur le versant nord des Alpes deux golfes fermés : l'un, dans la vallée du Rhône, ne dépassait pas la latitude de Lyon; l'autre, dans la basse vallée du Danube, n'atteignait pas à l'ouest le défilé de ce fleuve à Krems, selon les recherches de M. Suess.

(1) Une confirmation de ce parallélisme est fournie par l'*Unio atavus* Partsch, des couches à Congéries de Brunn, qui se retrouve dans les sables d'eau douce de Montvendre (Drôme), où elle a été distinguée par Fontannes comme forme locale sous le nom d'*Unio Sayni*, qui est à mes yeux à peine une variété du type des environs de Vienne.

SUISSE

Revenant d'abord à l'ouest, en Suisse, je reprendrai l'étude du Miocène, au point où il a été abandonné plus haut, c'est-à-dire à l'est de la Savoie et des chaînes du Jura français.

I. — Aquitanien.

Le substratum du Miocène est constitué d'une manière générale en Suisse par une formation saumâtre, avec Cyrènes, Potamides et *Helix Ramondi*, qui prolonge les formations analogues de la vallée du Rhône et indique l'existence à la fin de l'Oligocène d'une ceinture continue de lagunes basses, réunissant la mer qui était sur la côte de Provence avec celle qui remontait la vallée du Danube, au moins jusqu'en Bavière.

Dans les cantons de Genève et de Vaud, l'Aquitanien désigné sous le nom de *mollasse d'eau douce inférieure* comprend une série épaisse de sables, de grès, avec intercalation de bancs marneux et calcaires, de couches de lignite, ou d'amas de gypse ; contre le Jura, il prend un faciès plus continental de marnes rouges à *Helix oxystoma*, *rugulosa* (Montcherand, Agiez près Orbe).

Auprès de Lausanne, à la Conversion, on voit au-dessus d'une mollasse rouge, une série de grès, de marnes, de calcaires bitumineux ayant une grande analogie de faciès avec l'Aquitanien de Manosque, et contenant aussi du lignite (mine de Rochette) en deux bancs séparés par une assise marno-gréseuse dure à *Helix Ramondi* Brg. *H. massiliensis* Math., Néritines, *Planorbis cornu* Brg. et Limnées. Un niveau peut-être un peu supérieur au précédent est une mollasse à cristaux de gypse et Néritines qu'on n'observe pas cependant en superposition directe sur les couches à lignites, mais qui passe à sa partie supérieure à la *mollasse grise miocène de Lausanne*.

Le gisement des lignites de Rochette a fourni une belle faune de Vertébrés terrestres et d'eau douce, conservés au musée de Lausanne, notamment *Anthracotherium valdense* Kow. (1), *A. minus* Cuv., *Steneofiber minutus* v. Mey., *Trionyx valdensis*, *rochettiana* et *Lorioli* Portis, *Emys Laharpi* Pict. et Humb. *E. tuberculata* Port., *E. Charpentieri* Pict. et Humb., *E. lignitarum* Port., *E. Renevieri*

(1) Kowalevsky, Monog. d. Gat. Anthracotherium (*Palæontogr.*, 1874, t. 22).

Port., *E. sulcata* Port., *Pleurosternon miocœnum* Port., *Kinixys Gaudini* (Pict. et Humb.) (1).

A Boudry, près Neuchâtel, on a recueilli dans l'Aquitanien une demi-mandibule de *Vespertilio* (Mus. Lausanne).

Selon M. le professeur Renevier, le faciès de la mollasse d'eau douce inférieure est plus saumâtre au pied du Jura, notamment près d'Yverdon (Epentaire, Oulens, St-Sulpice), où elle contient *Potamides margaritaceus* Broc., *Neritina Ferussaci*.

Les gisements de plantes du moulin Monod et de Dezaley, près Rivaz, sur le lac de Genève, ceux des environs d'Oron sont intercalés dans la mollasse à lignite aquitanienne.

Plus à l'est, dans la Suisse centrale, à travers les cantons de Berne, de Soleure, d'Argovie, de Lucerne, de Zug et de Zürich, la mollasse aquitanienne affleure suivant deux bandes, l'une au sud *(bande subalpine)*, l'autre au nord *(bande subjurassienne)* du grand synclinal constitué par les terrains néogènes de la plaine suisse. La bande méridionale, mélangée de bancs caillouteux (Nagelflüh), se prolonge à l'Est par le Schattenberg, le Righi, le Rossberg, le Hohe Rhonen; de ce dernier massif à Greit, le Musée de Zurich contient : *Amphicyon intermedius*, *Rhinoceros Goldfussi*, *Hyotherium Meissneri*, *Microtherium Renngeri*. A Bumbachgrabe, au S.-E. de Berne, on a recueilli *Anthracotherium magnum* Cuv., *A. hippoideum* Rutim., *Acerotherium incisivum* Kaup, *Palæomeryx* (musée de Berne). La bande septentrionale passe par la localité fossilifère d'Aarwangen près Langenthal, où on a trouvé : *Anthracotherium hippoideum* Rut., *Hyopotamus borbonicus* Gerv., *Issiodoromys*, *Archœomys* (mus. de Berne), etc.

On voit que la faune terrestre de la mollasse d'eau douce inférieure de Suisse est essentiellement une *faune anthracothérienne*, tout à fait comparable à celle de St-Gérand-le-Puy (Allier), ainsi qu'à celle des lignites de Volx dans les Basses-Alpes.

II. — Mollasse grise de Lausanne.

Le faciès d'eau douce ou un peu saumâtre de la mollasse aquitanienne continue en Suisse dans les couches inférieures du *Miocène*, constituées dans les environs de Lausanne (ravin du Flon par exemple), par une masse épaisse d'environ 200^{m} de sables et de

(1) Pictet et Humbert, Monog. d. Chél. de la mollasse suisse (*Matér. paléont. suisse*, 1856). — Portis, Les Chél. de la mollasse vaudoise (*Mém. soc. paléont. suisse*, t. IX, 1882).

grès fins micacés glauconieux, avec intercalation de bandes plus marneuses qui sont le gisement des plantes terrestres assez fréquentes dans cette région. En haut, cette assise fluviatile ou lacustre passe insensiblement, sur le plateau d'Epalinges, au nord de Lausanne, aux sables un peu plus grossiers de la mollasse marine.

La ville de Lausanne est bâtie sur cette *mollasse grise* d'eau douce, riche en débris de Chéloniens (gisement du Tunnel et de la Borde) appartenant aux espèces suivantes (1) : *Testudo Escheri* Pict. et Humb., *Kinixys Gaudini* (Pict. et Humb.), *Ptychogaster rotundiformis* Goll., *Cistudo Razoumowskyi* Pict., *C. Morloti* Pict., *C. Heeri* Port., *C. Portisi* Goll., *C. Kunzi* Goll., *Emys* sp., *Trionyx Lorioli* Port., *Trachyaspis Lardyi* v. Meyer.

Les Mammifères terrestres y sont aussi assez abondants. M. le prof. Renevier m'a montré au musée de Lausanne un petit *Rhinoceros* à molaires supérieures dépourvues de bourrelets basilaires mais à vallée très ouverte comme dans les *Acerotherium*, peut-être le *Rhinoceros minutus* Cuv. de Moissac. Il existe aussi dans la même collection un véritable *Acerotherium* assez gros, d'espèce indéterminée.

Les Mollusques de ce niveau sont : *Unio flabellatus* Goldf., des Limnées (*L. pachygaster* Thom., *urceolata* Braun, *subbuelata* Sandb. quelques *Helix* (*H. moguntina* Desh., *H. lausannensis* Dum. et Mort.)

Aux Cheires, sur les bords du lac de Neufchâtel, le même horizon a fourni *Steneofiber minutus* v. Meyer.

La mollasse grise de Lausanne se retrouve à Berne avec un faciès semblable à celle du canton de Vaud. La boucle de l'Aar, en aval de Berne, est creusée dans cette assise de sables et de grès fins micacés avec intercalation de couches argileuses et marneuses grises, rouges, verdâtres, et la route qui domine la rivière en montre une belle coupe au défilé de l'*Engehalde*. C'est en ce point que l'on a trouvé en 1848 la belle tête d'*Acerotherium gannatense* Duv., figurée par Ooster (2) et conservée au Musée de Berne ; du même point provient un *Palæomeryx* de petite taille.

Dans le canton de Berne, le gisement de Rappenfluh, près Aarberg, avec *Palæomeryx Scheuzeri* et *Hyotherium Meissneri*, *Emys*, *Testudo*, et celui de Statgrabe, près Burgdorf, avec un bel *Amphicyon? lemanensis* Pomel, appartiennent très probablement aussi au niveau de la mollasse grise de Lausanne ; ces pièces sont au Musée de Berne.

(1) Pictet et Humbert. *loc. cit.* — Golliez et Lugeon, Nouveaux Chéloniens de la mollasse langhienne de Lausanne (*Mém. soc. pal. suisse*, t. 16, 1889).

(2) Ooster, Protozoa helvetica.

Les sables gris d'eau douce de Berne vont reposer sur l'Aquitanien de la bande subjurassienne, qui se développe plus au nord vers Arwangen ; d'autre part ils passent insensiblement vers le haut, notamment dans la colline de Bantigerhugel au N.-E. de Berne, à une mollasse marine pauvre d'abord en fossiles (carrières de la Stockeren) et couronnée à son tour, suivant les indications que m'a données M. de Fellenberg, par le *Muschelsandstein*.

Ainsi, au-dessus de l'Aquitanien saumâtre, il existe en Suisse, au moins depuis Lausanne jusqu'au delà de Berne et sans doute aussi dans toute la Suisse Orientale, une puissante assise de sables mollassiques d'eau douce caractérisée par une riche flore *(flore de Lausanne)*, par de nombreuses Tortues d'eau douce, et par une faune de Mammifères terrestres des genres *Rhinoceros*, *Acerotherium*, *Palæomeryx*, *Hyotherium*, *Amphicyon*, *Steneofiber* ; l'ensemble de cette faune, qui demanderait une étude spéciale approfondie, présente un caractère général *miocène*, bien que certaines espèces, en particulier les *Acerotherium*, conservent un faciès archaïque qui les rapproche des types oligocènes. Cette dernière observation est à rapprocher de la tendance archaïque, indiquée plus haut pour les Mammifères terrestres des sables de l'Orléanais et du 1er étage méditerranéen d'Autriche.

La *mollasse grise de Lausanne* doit donc être rapportée, aussi bien par la stratigraphie que par sa faune de Mammifères, à l'extrême base du Miocène et représente en Suisse, *sous un faciès d'eau douce* (dans une région que n'avait pas encore atteinte la transgression marine), les sables à *Scutella paulensis* du bassin du Rhône, ainsi que les *sables de Gauderndorf* dans le bassin de Vienne. C'est d'ailleurs ce parallélisme qui a fait désigner généralement cette assise, en Suisse, sous le nom de *Langhien*, nom que j'ai évité, à dessein, d'employer jusqu'ici dans ce mémoire.

III. — Mollasse marine.

1. *Horizon inférieur* (*Muschelsandstein*). La transgression marine miocène atteint la Suisse après le dépôt de la mollasse de Lausanne. Insensiblement on voit cette dernière devenir un peu plus grossière, moins marneuse, souvent glauconieuse, et bientôt on y découvre quelques traces, rares d'abord, d'organismes marins. C'est ce qu'on peut observer aisément à Lausanne sur le plateau d'Epalinges, et à Berne dans les carrières de la Stockeren. On arrive ainsi progressivement à une assise de grès plus ou moins grossier, souvent rempli de moules et d'empreintes de coquilles marines, que les géologues

suisses désignent sous le nom de *Muschelsandstein*. L'ensemble de ces zones inférieures de la mollasse suisse correspond à l'assise que M. Mayer-Eymar désigne dans ses tableaux sous le nom de Helvétien II (1). Parmi les localités les plus riches de cet horizon, il faut citer de l'ouest à l'est : Epalinges, Mont Lucens, les Esserts dans le Jorat de Lausanne ; la Molière, Vully, Brüttelen, Cormanon, Moncombert, dans le canton de Fribourg ; Burgdorf, Hutwil, dans la région de Berne ; Würenlos, Othmarsingen, Niederhasli, Mägenwyl, Killwangen, dans la région de Zürich. Dans les chaînes du Jura suisse, la mollasse marine de Sainte-Croix, Yverdon, la Chaux-de-Fonds, et de plusieurs localités du Jura bernois jusqu'à Délémont paraît, par ses fossiles, appartenir au même niveau.

La faune marine de cet horizon inférieur de la mollasse suisse comprend, suivant les déterminations de M. Mayer, une longue liste de près de 400 espèces, à la vérité presque toutes à l'état de moules peu déterminables, à l'exception des Huîtres et des Peignes. J'ai noté parmi les formes les plus caractéristiques de cet horizon, dans les musées de Lausanne, de Berne et de Zürich :

Ostrea crassissima Lam.
— *virginiana* Gmel.
Pecten restitutensis Font. (*latissimus* sec. Mayer).
— *subbenedictus* Font. (*benedictus* sec. Mayer).
— *præscabriusculus* Font. (*scabrellus* sec. Mayer).
— cf. *Davidi* Font.
— *palmatus* Lam. (= *crestensis* Font.).
Cardium commune Mayer.
— *præcellens* Mayer.
Tapes helvetica Mayer.
Turritella turris Bast.
Scutella helvetica May.
Cidaris avenionensis Desm.
Echinolampas scutiformis Leske
Dents de Squales.

Il sera très facile au lecteur de ce mémoire de reconnaître dans cette liste la faune typique de la mollasse marno-calcaire du bassin du Rhône et de l'horizon d'Eggenburg en Autriche. Les formes les plus caractéristiques de ce niveau se retrouvent en effet en Suisse, notamment le *Pecten præscabriusculus* toujours cité sous le nom de *P. scabrellus*, le *Pecten palmatus* qui est identique au *P. crestensis* de Fontannes, les *P. subbenedictus* et *restitutensis*, etc. Parmi les Echinides, la *Scutella helvetica* est très voisine de *Scutella paulensis*; le *Cidaris avenionensis* est spécial à cet horizon dans le bassin du Rhône. Le trait le plus spécial à la Suisse est l'abondance des

(1) MAYER-EYMAR, System. Verzeichniss d. Verstein. d. Helvetian d. Schweiz d. Schwabens, 1872 (*Matériaux carte géol. suisse*, 11e livraison). — L'Helvétien I de M. Mayer, qui répond à la mollasse du Randen, appartient en réalité à un niveau plus élevé que l'Helvétien II, ainsi qu'on le verra plus loin.

Cardium qui forment, dans les environs de Zürich en particulier, de véritables bancs à ce niveau.

On peut donc conclure de ce rapprochement que, tandis qu'au début du Miocène (sables à Scutelles et sables de Gauderndorf), la Suisse était restée une région émergée où se sont déposés les sables d'eau douce de la mollasse de Lausanne, au contraire avec l'horizon de la mollasse marno-calcaire à *Pecten præscabriusculus*, la transgression marine était devenue assez intense pour couvrir entièrement la région suisse et pour déterminer la jonction du bras de mer du bassin du Rhône avec celui du bassin du Danube par le Wurtemberg et la Bavière.

Au point de vue des faunes de Vertébrés terrestres, l'horizon du *Muschelsandstein* a fourni en Suisse quelques rares documents, épars çà et là, ainsi que cela arrive d'habitude pour les formations mrines.

Le musée de Lausanne possède du gisement de la Molière, près du lac de Neuchâtel : *Hyotherium Meissneri* v. Mey., *Chœromorus mammillatus* Lart., *Palæomeryx*, *Rhinoceros*, etc. et une mandibule de *Rhinoceros* de Morrens.

Au musée de Berne, j'ai noté de Brüttelen, près du lac de Bienne : *Hyotherium Meissneri* v. Mey., *Listriodon splendens* v. Mey., *Acerotherium* sp. ; d'Othmarsingen une canine d'*Hyotherium*.

La collection du Polytechnicum de Zürich renferme : de Würenlos, près Zürich, *Tapirus helveticus* v. Mey. ; de Benken (canton de Zürich), *Mastodon angustidens* Cuv., *Rhinoceros* ; de Maconnens (canton de Fribourg), une mandibule d'*Hyotherium Meissneri*.

Tous les types de cette faune appartiennent à l'horizon de Sansan ; on n'a jusqu'ici trouvé dans le *Muschelsandstein* aucune des formes archaïques des sables de l'Orléanais et d'Eggenburg.

2. *Horizon supérieur* (*Mollasse de Saint-Gall et de Berne*). Au-dessus du *Muschelsandstein*, le Miocène marin de Suisse continue par une série épaisse de sables, de grès, avec intercalations locales de conglomérats ou de marnes sableuses gris-bleuâtre. Ces dernières couches, bien développées au sud de Berne, à Imi et au Belpberg, à Rothsee, près Lucerne, ainsi qu'aux environs de Saint-Gall, constituent les gisements les plus riches de la mollasse marine suisse et contiennent, suivant les listes de M. Mayer, près de 500 espèces d'organismes marins, souvent, il est vrai, à l'état de moules intérieurs difficilement déterminables. Cet horizon répond à l'Helvétien III de ce géologue.

Parmi les espèces les plus nombreuses ou les plus intéressantes

de cette zone, je citerai, d'après les collections des musées suisses :

Ostrea tegulata Munst.
Pecten Hermansenni Dunk. (groupe du *P. benedictus*).
— *solarium* Lam.
— *Celestini* Mayer.
— *palmatus* Lam. (= *crestensis* Font.).
— *præscabriusculus* Font. (*scabrellus* in May.).
Cardium Darwini May.
— *præcellens* May.
— *edule* May.
Arca Fichteli Desh.
Cardita Jouanneti Bast. (forme à côtes rondes et rugueuses).
Tapes vetula Bast.
Venus islandicoides Lam.
— *plicata* Gmel.
Lutraria gallensis May.
Corbula carinata Duj.
Pholadomya alpina Math.
Eastonia rugosa Chemn.
Panopœa Menardi Desh.
Turritella vermicularis Broc.
— *bicarinata* Eichw.
Cerithium lignitarum Eichw.
Ancilla glandiformis Lam.
Columbella turonica May.
Mitra fusiformis Broc.
Pleurotoma asperulata Lam.
— *calcarata* Grat.
— *semimarginata* Lam.
Pirula cornuta Ag.
Ficula condita Brg.
Tudicla rusticula Bast.
Nassa baccata Bast.

L'examen de cette liste montre que, parmi les Pectinidés, plusieurs espèces du *Muschelsandstein*, telles que *Pecten præscabriusculus*, *P. palmatus*, ainsi que les espèces de *Cardium*, passent dans la mollasse de Saint-Gall, et pourraient au premier abord faire supposer que ce dernier horizon appartient encore, comme le *Muschelsandstein*, au niveau de la mollasse marno-calcaire de Saint-Paul-Trois-Châteaux et d'Eggenburg. C'est l'opinion que M. E. Suess a défendue (1), en assimilant l'ensemble de la mollasse marine suisse au 1er étage méditerranéen du bassin de Vienne.

Mais il me paraît facile de se convaincre que la faune de Saint-Gall et de Berne contient un grand nombre d'espèces qui font leur première apparition à ce niveau et que l'on est habitué à considérer, en France et en Autriche, comme caractéristiques du 2e étage méditerranéen. Je citerai en première ligne *Cardita Jouanneti*, très commune dans l'horizon de Saint-Gall et qui s'y montre sous la forme à côtes saillantes, arrondies, à lignes d'accroissements rugueuses, de Grund, de Salles et de Turin. Non moins probants à ce point de vue sont les *Pecten solarium* et *Celestini*, inconnus en France et en Autriche dans le premier étage méditerranéen, le *Cerithium lignitarum*, type de Grund, qui remplace les *Potamides margaritaceus* et *plicatus* des *Hornerschichten*, les *Pleurotoma semimarginata*, *calcarata*, *asperulata*, le *Pirula cornuta* si commun à Grund, etc. Il me paraît tout à fait certain que la faune de St-Gall

(1) E. Suess, Das Antlitz d. Erde, t. I.

est une véritable faune de passage où persistent encore quelques espèces des horizons inférieurs, tandis qu'on y voit apparaître en grand nombre les formes de Mollusques destinées à devenir caractéristiques du deuxième étage méditerranéen. C'est justement un mélange semblable que, suivant les conclusions de M. Fuchs, on observe dans la *faune de Grund* et de Niederkreuzstäten, dans la Basse Autriche, et que nous retrouverons plus loin à Salles, en Touraine, et à la Superga. Je suis donc porté à considérer l'horizon de St-Gall et de Berne comme tout à fait parallèle à ces derniers, c'est-à-dire à la base du deuxième étage méditerranéen. Dans ce cas, l'horizon du Schlier d'Autriche ne peut être représenté en Suisse comme dans le bassin du Rhône, que par le puissant étage de grès et de sables qui sépare le Muschelsandstein des couches de St-Gall à *Cardita Jouanneti*.

Mollasse marine du Randen. — Il est à remarquer que, dans la Suisse orientale, de même qu'en Dauphiné, le maximum de transgression de la mer miocène correspond non pas au Muschelsandstein, mais à la base des couches à *Cardita Jouanneti* (Horizon de St-Gall). En effet, on observe sur le plateau du Randen, au nord de Schaffhouse et en quelques localités du plateau jurassique argovien (Herznach, Wölfliswyl, Ucken), des couches peu épaisses d'une mollasse marine de faciès et de faune assez spéciaux ; ces couches marines reposent directement sur les terrains jurassiques, sans intermédiaire de mollasse d'eau douce inférieure, et ont été attribuées généralement à un horizon du Miocène, plus ancien que le *Muschelsandstein*, sous les désignations de Helvétien I (Mayer) ou de Mayencien (Mœsch).

J'ai eu occasion de visiter les beaux affleurements de ces couches sur le plateau du Randen, à Altdorf, Wiechs, Zollhaus, etc. La succession stratigraphique est facile à observer dans les carrières au nord de Wiechs, où le Miocène marin consiste en quelques mètres de calcaire gréseux rosé en bancs épais alternant avec des délits marneux jaunâtres; on y recueille en grand nombre : *Ostrea caudata*, *O. tegulata*, *Pecten palmatus*, *Cardium*, *Turritella turris*, dents de Squales, etc. Entre Zollhaus et le Randen on voit cette mollasse reposer directement sur le Jurassique par l'intermédiaire d'un conglomérat à galets calcaires. Au-dessus de la mollasse marine, on observe à Wiechs et à Zollhaus quelques couches de marnes rouges et de calcaire blanc lacustre rognonneux, surmontées enfin par des bancs épais d'un poudingue à galets calcaires impressionnés (Nagelflühe jurassien). La présence d'*Helix sylvana* dans

le calcaire d'eau douce permet d'attribuer sûrement cet horizon à la mollasse d'eau douce suisse *(obere Süsswasser-Molasse)* dont il va être question plus loin. L'horizon marin du Randen est donc placé immédiatement au-dessous de la mollasse d'eau douce supérieure et occupe en conséquence une situation stratigraphique identique à la mollasse de Saint-Gall et de Berne.

La faune de la mollasse du Randen vient d'ailleurs confirmer ce parallélisme. Un coup-d'œil jeté sur les listes d'espèces publiées par M. Mayer suffirait déjà à montrer que la faune de cet horizon (Helvétien I) est plus semblable à celui de Saint-Gall (Helvétien III) qu'au Muschelsandstein (Helvétien II). Le savant paléontologiste de Zürich a du reste reconnu depuis longtemps les affinités de la faune du Randen avec les faluns de Touraine, et c'est sans doute par suite de la position stratigraphique beaucoup trop ancienne qu'il attribue aux faluns de Touraine (1) dans ses *Tableaux*, que la faune du Randen s'est trouvée ramenée par lui à l'extrême base de la série miocène marine de Suisse.

Les espèces les plus répandues dans l'horizon du Randen et que j'ai vues soit sur place, soit dans les collections suisses, sont les suivantes :

Ostrea caudata Münst.
— *tegulata* Münst.
— *Virginiana* May.
Pecten palmatus Lam.
— *Fuchsi* Font.
— cf. *benedictus* Lam.
Arca turonica Duj.
Cardita crassicosta Lam.
Corbula gibba Oliv.
Turritella turris Bast.
Melanopsis citharella Merian.
Nerita Plutonis Bast.
Cerithium Duboisi Hoern.
— *lignitarum* Eichw.
— *papaveraceum* Bast.
— *Zelebori* Hoern.
Pleurotoma Jouanneti Bast.
Conus canaliculatus Broc.
Columbella helvetica May.

Cette liste montre un mélange d'un petit nombre d'espèces du 1er étage méditerranéen, telles que *Pecten palmatus*, avec beaucoup d'autres du 2e étage, notamment *Pleurotoma Jouanneti*, *Cerithium lignitarum* et *Duboisi*, *Conus canaliculatus*, *Pecten Fuchsi*. Cette dernière espèce, dans le bassin du Rhône, est caractéristique de l'horizon sableux compris entre les deux étages méditerranéens.

Il est donc permis de conclure, comme je l'ai déjà fait pour la *mollasse de Saint-Gall*, que l'*horizon du Randen* représente un véri-

(1) M. Mayer place dans ses *Tableaux* les faluns de Touraine dans son *Langhien*, c'est-à-dire au niveau des faluns jaunes de Saucats et *au-dessous* de toute la mollasse marine du bassin du Rhône ; la stratigraphie et la paléontologie s'accordent pour montrer que la faune de Touraine appartient au *deuxième étage méditerranéen* et non au *premier*.

table passage entre les deux faunes méditerranéennes et répond ainsi à l'horizon de Grund, de Salles, de la Touraine, de Turin. Je pense qu'il faut voir dans cette mollasse du plateau jurassique un simple faciès à Gastropodes, tout à fait littoral et même quelque peu lagunaire par places (avec *Melanopsis* et *Potamides*) de l'horizon de Saint-Gall. Dans cette manière de voir, qui me paraît justifiée par la paléontologie, la mollasse du Randen (comme celle des environs de Lyon et comme celle du Hochstrass d'Ulm), représente le produit d'une période de transgression maximum vers le nord de la mer miocène qui, au début du 2e étage méditerranéen, a débordé sur le plateau central français, sur le plateau du Randen et plus à l'Est sur le plateau de Souabe.

IV. — Mollasse d'eau douce supérieure (*obere Süsswasser-Molasse*).

Partout en Suisse, aussi bien dans les chaînes du Jura que dans la région centrale ou plateau tertiaire, on observe, au-dessus de la mollasse marine de l'horizon de Saint-Gall et du Randen, un puissant étage de couches d'eau douce, sableuses en général à la base, devenant souvent marneuses et calcaires en haut. Les plaquettes calcaires minces du sommet de l'étage sont particulièrement bien développées et fossilifères sur le plateau d'Œningen, près du lac de Constance, d'où le nom souvent employé par les géologues suisses d'étage *Œningien* pour désigner ces couches d'eau douce du Miocène supérieur. Le nom de *mollasse d'eau douce supérieure* (*obere Süsswasser-Molasse*) est encore plus généralement répandu.

Le faciès de l'étage est assez variable suivant les points. En se rapprochant du pied des Alpes, on voit s'intercaler dans les sables de la mollasse d'eau douce de puissantes nappes de conglomérats ou *nagelfluhe*, indiquant le caractère littoral de l'assise. A Käpfnach, sur le lac de Zurich, à Ellg, près Winterthur, et ailleurs, on y observe des bancs de lignite avec débris de Mammifères terrestres. L'élément marneux et calcaire domine en général d'autant plus que l'on s'éloigne du bord des Alpes pour se rapprocher du Jura ; dans l'intérieur même des chaînons jurassiens, des lambeaux surtout calcaires conservés au fond des synclinaux (Verrières, Délémont, Tramelan, Tavannes, le Locle, etc.) indiquent l'ancienne extension sur une grande partie du Jura du lac dans lequel s'est déposée la mollasse d'eau douce supérieure. L'épaisseur de l'assise peut atteindre en quelques points l'énorme chiffre de 300-500m.

La flore de la mollasse d'eau douce supérieure est extrêmement

riche, en particulier dans la célèbre localité d'Œningen, d'où Heer a fait connaître près de 500 espèces de plantes.

La faune comprend un grand nombre de Mollusques lacustres, fluviatiles ou terrrestres, récemment étudiés par Maillard (1), et parmi lesquels les plus abondants et les plus caractéristiques sont :

Glandina inflata, var. *porrecta* Gob.
Oleacina eburnea Klein.
Helix inflexa Klein.
— *exstincta* Rambur.
— *insignis* Schübl.
— *sylvana* Klein.
— *Larteti* Dupuy.
— *moguntina* Desh. (rare).
— *Christoli* Math. (rare).
— *carinulata* Klein.
Limnœa Jaccardi Maillard.
— *dilatata* Noul.
— *socialis* Schübl.
— *minor* Thom.
— *turrita* Klein.
Planorbis Mantelli Dunk.
— *depressus* Grep.
Melanoides Escheri Mer.
Anodonta Lavateri Mül.
Unio flabellatus Goldf.

On peut considérer comme particulièrement caractéristiques les *Helix sylvana* et *moguntina* qui, dans le bassin du Rhône, se rencontrent non pas dans la mollasse d'eau douce supérieure à *Hipparion*, mais bien dans les couches d'eau douce intercalées au milieu des assises miocènes marines, notamment à Mirabeau dans la vallée de la Durance. C'est là une première preuve que la mollasse d'eau douce supérieure de la Suisse n'est pas contemporaine des couches d'eau douce supérieures du bassin du Rhône (auxquelles elle a été assimilée à tort en raison de la ressemblance de faciès), mais bien à la partie terminale des couches marines miocènes, c'est-à-dire à l'étage que nous avons appelé plus haut *Tortonien*.

Une deuxième preuve plus probante encore est fournie par l'étude des Mammifères terrestres qui ont été recueillis en abondance dans quelques points de la mollasse d'eau douce supérieure de Suisse.

Les lignites de Käpfnach, au sud de Zurich, ont fourni au musée du Polytechnicum de Zurich les espèces suivantes :

Mastodon angustidens Cuv.
— *turicensis* Schinz.
Hyotherium Meissneri v. Meyer.
Palæomeryx medius v. Meyer.
Dicrocerus furcatus Hensel.
Cervus lunatus v. Meyer.
Trochictis carbonaria v. Meyer.
Chalicomys Jægeri Kaup.
Trionyx.

Des lignites semblables intercalés à Elgg, près Winterthur, dans la mollasse d'eau douce supérieure, contiennent :

Pliopithecus antiquus Lart.
Mastodon turicensis Schinz.
Rhinoceros sansaniensis Lart.
Cervus lunatus v. Meyer.
Stephanodon mombachensis v. Meyer (= *Lutra dubia* Blainv.).
Chalicomys minutus Kaup.
Anchitherium aurelianense Cuv.
Hyotherium medium v. Mey.
— *Sæmmeringi* v. Mey.
Lagomys verus Hens. (*L. œningensis* v. Mey.).

(1) MAILLARD, *Mém. soc. paléont. suisse*, t. 18, 1891.

De Buthenthal, près Urwil (canton de Saint-Gall), provient (*Polytechnicum* de Zurich) :

Sus wylensis v. Mey. (= *Hyotherium medium*).

Du tunnel d'Arlikon à Röthel, près Zurich, on connaît :

Acerotherium Goldfussi Kaup. *Mastodon* aff. *angustidens* Cuv.

Dans la région jurassienne, les couches sableuses inférieures de la mollasse d'eau douce sont connues sous le nom de *Sables à Dinotherium*, en raison de la présence constante des débris de ce Proboscidien ; il convient de rappeler notamment la belle mandibule de *D. giganteum* du mont Chaibeut, près Delsberg (Jura Bernois), conservée au Musée de Berne.

Le calcaire lacustre de Vermes (Jura Bernois) a fourni : *Cricetodon medium* Lart., *Lagomys verus* Hensel, *Acerotherium incisivum* Kaup, *Palæomeryx eminens* v. Mey.

Au même niveau appartiennent les marnes d'eau douce de la *Chaux-de-Fonds*, où la faune terrestre, étudiée par M. Bayle (1), comprend : *Mastodon angustidens* Cuv., *Dinotherium giganteum* Kaup, *Listriodon splendens* v. Meyer, *Dicrocerus*, *Palæomeryx*, etc.

A Œningen, sur le lac de Constance, les sables inférieurs de la mollasse d'eau douce ont fourni le *Mastodon angustidens* (mus. Constance), tandis que les couches supérieures marno-calcaires contiennent : *Palæomeryx eminens* v. Mey., *Lagomys verus* Hens., *Mus.* sp., *Sciurus Bredai* v. Mey., *Galecynus œningensis* Ow., *Erinaceus sansanensis* Lart., *Er. œningensis* Lyd.

On voit en résumé que la faune terrestre de la mollasse d'eau douce supérieure de la Suisse est caractérisée par l'association constante du *Mastodon angustidens* avec le *Listrodon splendens*, l'*Anchitherium aurelianense*, le *Dinotherium*, le *Pliopithecus*, etc., c'est-à-dire qu'elle est tout à fait comparable à la *faune de Sansan*, de *la Grive St-Alban*, et du 2e étage méditerranéen de l'Autriche. Elle se distingue, au contraire, nettement de la faune de la mollasse d'eau douce supérieure du bassin du Rhône, qui est d'âge pontique et caractérisée par l'*Hipparion gracile*, le *Mastodon longirostris*, les Tragocères, les Gazelles, etc., c'est-à-dire par une association semblable à la faune de Pikermi.

Ce dernier horizon est jusqu'ici tout à fait inconnu en Suisse.

Résumé. — On voit que l'histoire de la période miocène en Suisse diffère essentiellement de celle de la vallée du Rhône et du bassin de Vienne : 1° parce que la transgression marine s'y fait sentir un

(1) Bayle, *B. S. G. F.*, 2e sér., t. XII, p. 24.

peu plus tardivement, de telle sorte que l'horizon le plus inférieur du Miocène (niveau de Léognan) y est à l'état de mollasse d'eau douce (mollasse grise de Lausanne). 2° Parce que la régression miocène s'y manifeste beaucoup plus tôt, de sorte que la base seule du 2e étage méditerranéen s'y trouve représentée par un faciès marin (horizon de St-Gall et du Randen), tandis que le Tortonien (couches de Tortone, de Cabrières-d'Aigues, du Leithakalk et de Baden) y est à l'état de *mollasse d'eau douce supérieure*. Cette mollasse d'eau douce *tortonienne* (et qui peut aussi englober le *Sarmatique*), avec faune de Mammifères de l'*horizon de Sansan*, est donc plus ancienne que la mollasse d'eau douce supérieure du bassin du Rhône, qui est *pontique*, et contient la *faune de Pikermi*.

Wurtemberg, Bavière.

Le Miocène de ces régions du haut Danube ressemble beaucoup à celui de la Suisse, avec quelques différences de détail.

L'*Aquitanien* ou mollasse d'eau douce inférieure se continue de la Suisse dans la haute vallée du Danube, où cet étage affleure suivant deux bandes plus ou moins continues l'une au nord, l'autre au sud du grand synclinal néogène, compris entre les Alpes et le Jura de Souabe.

Bande septentrionale. — La bande septentrionale présente de beaux affleurements autour du lac de Constance, ensuite plus à l'Est, à Hoppetenzell, près Stokach, et aux environs d'Ulm.

Dans la vallée d'Andelsbach, à Zell et Hausen (1), les *Potamides plicatus* et *margaritaceus* continuent, comme dans les régions précédemment étudiées, à indiquer le faciès saumâtre de l'assise, formée surtout de sables et de grès marneux.

Aux environs d'Ulm, sur la rive gauche du Danube, en particulier à l'est de la ville, dans le petit massif de collines du Hochstrass, adossé au plateau de Souabe, l'Aquitanien est très développé et consiste en une série de marnes grises ou blanches, ligniteuses, surmontées par les bancs calcaires exploités à Eggingen, où j'ai recueilli *Helix Ramondi* Brg., *H. oxystoma* Thom., *Limnæa subovata* Hartm., *Planorbis cornu* Brg. La faune de Mollusques du calcaire d'Ulm comprend près de 50 espèces de Mollusques terrestres ou d'eau douce, ayant les plus grands rapports avec la faune du *Landschneckenkalk* de Mayence. On y trouve également une riche faune de Mammifères terrestres décrite par H. v. Meyer (2) et par

(1) Lepsius, Geologie von Deutschland, t. I, p. 567.
(2) H. v. Meyer, Nombreuses notes dans *Jahrbuch*, 1836-1867.

M. Schlosser (1), et parmi lesquelles je citerai comme étant les plus propres à faire ressortir l'analogie avec la faune oligocène de St-Gérand-le-Puy.

Amphicyon lemanense Pom.
— *leptorhynchus* Pom.
Plesictis robustus Pom.
— *lemanensis* Pom.
— *palustris* Pom.
Amphictis antiquus Pom.
Lutrictis Valetoni Gen.
Herpestes priscus Filh.
Sciurus Feignouxi Pom.
Myoxus murinus Pom.
Titanomys visenoviensis v. Mey.
Acerotherium lemanense Pom.
— *Croizeti* Pom.
Cainotherium commune Brav.
Dremotherium Feignouxi Geol.
Amphitragulus lemanensis Pom.
— *elegans* Pom.
— *Boulangeri* Pom.
Peratherium frequens v. Mey.

Immédiatement sur le calcaire d'Ulm, on voit reposer, à Ermingen, une mollasse marine, blanche, caillouteuse, pétrie de *Turritella turris*, d'*Ostrea crassissima*, de moules de Bivalves et de Gastropodes. Le faciès de la mollasse d'Ermingen rappelle entièrement celui du Randen, de Wiechs, de Zollhaus (duché de Bade), décrit plus haut, à propos de la Suisse. La faune d'Ermingen, bien représentée au Musée de Munich, où elle m'a été obligeamment communiquée par M. le professeur Zittel, comprend parmi les formes les plus intéressantes :

Fusus burdigalensis Bast.
Pirula reticulata Lam.
Pleurotoma asperulata Lam.
Nerita Plutonis Bast.
Turritella gradata Menke.
— *vermicularis* Broc.
— *turris* Bast.
Proto cathedralis Bast.
Tapes vetula Bast.
— *helvetica* Mey.
Cardita Jouanneti Bast.
— *crassa* Lam.
Venus umbonaria Lam.
Pecten cf. *camaratensis* Font.
— *palmatus* Lam.
— *burdigalensis* Lam.
Arca Fichteli Desh.
Ostrea tegulata Münst.
— *molassicola* Meyer.

Cette faune est tout à fait analogue à la faune de la mollasse du Randen, que j'ai été amené plus haut à rapporter à l'horizon de Grund et de Touraine, c'est-à dire à la base du 2e étage méditerranéen d'Autriche. La présence de la *Cardita Jouanneti* permet ici d'affirmer ce parallélisme, malgré la persistance de quelques rares types du 1er étage méditerranéen, tels que *Pecten palmatus*, fait que j'ai, du reste, déjà signalé en Suisse. Ainsi à Ulm, comme sur les plateaux jurassiques au nord de Schaffhouse, comme en France, sur les bords du Plateau Central, cet horizon est trangressif vers

(1) Schlosser. Die Affen, Lemuren, etc., d. europ. Tertiärs. (*Beitr. z. Paleont. Œster-Ungarn*, tableau d'ensemble, part. III, p. 78).

le nord par rapport aux termes inférieurs du Miocène marin et correspond au maximum d'extension de la mer miocène au début du 2e étage méditerranéen. C'est là un fait général sur lequel il me paraît nécessaire d'attirer encore une fois ici l'attention.

Bande méridionale ou subalpine. — La bande subalpine oligocène et miocène de la Suisse orientale se poursuit à l'est, passant au sud du lac de Constance, par le Voralberg et le sud de la Bavière jusqu'en Autriche. Ses caractères diffèrent de ceux de la bande subjurassienne par plusieurs points importants. En premier lieu, les couches, au lieu de reposer presque horizontalement, comme en Souabe, sur les plateaux jurassiques, ont été fortement affectées par les mouvements alpins et se montrent relevées, plissées, souvent même renversées, comme j'ai pu le constater au Peissenberg (1), sous la conduite de M. Rothpletz.

Aquitanien. — L'Oligocène supérieur, au lieu d'avoir le faciès d'eau douce du calcaire à *Helix Ramondi* (*Landschneckenkalk*) des environs d'Ulm, présente, dans la partie centrale et orientale de la Haute-Bavière et sur une épaisseur de plus de 1000 mètres, un faciès saumâtre et même en partie marin. Ce fait est démontré par les nombreuses Cyrènes (*Cyrena semistriata*) et Potamides (*Potamides plicatus, margaritaceus*), associés à d'autres Mollusques plus franchement marins, tels que *Mytilus aquitanicus, Psammobia aquitanica, Melongena Lainei, Arca cardiformis, Ostrea cyathula*, etc., qui abondent dans les bancs marneux, intercalés dans les bancs saumâtres et lignitifères de Peissenberg, Penzberg, Buchberg, Tölz, Miesbach, Chiemsée. Ces espèces marines indiquent des communications faciles avec la mer aquitanienne qui devait se trouver, à l'est, vers l'Autriche; vers l'ouest, au contraire, l'Aquitanien saumâtre passe latéralement (Voralberg et Bavière occidentale) à des formations d'eau douce (2) tout à fait semblables à la mollasse d'eau douce aquitanienne de Suisse.

Miocène. — Tandis qu'au nord, on a vu plus haut la mollasse à *Cardita Jouanneti* d'Ermingen (horizon de Grund ou base du 2e étage méditerranéen) reposer directement sur le calcaire à *Helix Ramondi*, en l'absence des horizons inférieurs du Miocène, au contraire dans la bande du sud de la Bavière, il existe un passage graduel et continu de l'Oligocène au Miocène marin.

(1) Gümbel. Geologie v. Bayern, coupe page 330.
(2) Gümbel. Geologie v. Bayern, p. 268 et 326.

La transition se fait au Peissenberg, suivant M. Gümbel (1), par des bancs à plantes et *Unio flabellatus* qui se trouvent aussi à l'ouest à Kempten, et à l'est à Buchberg, à Miesbach, à Traunstein, et peuvent représenter un rudiment de la *mollasse grise miocène de Lausanne.*

Premier étage méditerranéen. — Le faciès marin débute partout en Bavière, comme dans le bassin du Rhône, par des conglomérats, ou des grès grossiers, indice des courants violents d'invasion de la mer miocène dans ce pays.

C'est dans ces couches grossières de la base du Miocène marin, immédiatement au-dessus des couches saumâtres à Cyrènes, que l'on recueille à *Kaltenbachgraben, près Miesbach* (2), une riche faune, bien représentée au musée de Munich et dont les formes les plus intéressantes sont :

Murex aquitanicus Grat.
Proto cathedralis Brg.
Turritella turris Bast.
Nerita Plutonis Bast.
Ostrea crassissima Lam.
Cytherea erycina Lam.
Tapes vetula Bast.
Arca Fichteli.
Cardium cingulatum Goldf.
— *Kubecki* Horn.
Pecten præscabriusculus Font.
— *gigas* Schlot.

Il faut surtout mettre en évidence les *Cardium Kubecki* et *cingulatum*, formes caractéristiques en Autriche de l'*horizon des sables de Loibersdorf*, c'est-à-dire d'un niveau très bas des *Hornerschichten* ou 1er étage méditerranéen. Il est vrai que d'autre part le *Pecten præscabriusculus* que j'y ai reconnu sous sa forme typique indiquerait plutôt l'horizon d'Eggenburg, c'est-à-dire un niveau un peu plus élevé de ce même étage, mais il est aussi très possible ou que cette espèce débute en Bavière comme dans le bassin du Rhône assez bas dans le 1er étage méditerranéen, ou bien qu'elle ait été recueillie dans des couches un peu plus élevées que celles qui contiennent le *Cardium Kubecki.*

Quoiqu'il en soit de cette question locale, il est certain que le niveau d'Eggenburg à *Pecten præscabriusculus* est très largement répandu dans tout le sud de la Bavière sous la forme d'un grès coquillier analogue et même identique au *Muschelsandstein* des géologues suisses. C'est ainsi que, de l'ouest à l'est, on doit rapporter à ce niveau les conglomérats et les grès à *Ostrea crassissima*, *Cardium* et *Turritella turris* du Pfänderburg, près Wirtachtobel (3) avec horizon ligniteux d'eau douce intercalé; les couches exploitées des carrières d'Harbatshofen, celles de Thannen, d'Auerberg (4);

(1) Gümbel, id., p. 280. — (2) Id., p. 341. — (3) Id., p. 315. — (4) Id., p. 317.

les grès et les marnes marines inférieures du Guggenberg (1); plus à l'est, vers les confins de l'Autriche, les couches d'Esbaum, de Prien-thale, et de la vallée de l'Achen (2) à *Pecten Holgeri* et *præscabriusculus*; le grès coquillier de Traunstein; enfin les grès grossiers de Gross-Wehring et de Wawinger-See (3). Dans cette région orientale en particulier, les couches inférieures du Miocène marin prennent tout à fait le faciès et la faune des couches de Meissau et d'Eggenburg en Autriche.

Deuxième étage méditerranéen. — C'est seulement au-dessus de ces couches gréseuses du sommet du 1er étage que l'on voit apparaître partout dans le sud de la Bavière un nouvel horizon marin composé, comme en Suisse et en France, de sables et de grès plus ou moins marneux ou glauconieux dans les régions de l'ouest et du centre (Bregenz, Thannen, Auerberg, Peissenberg, Kaltenbeck) (4), prenant de plus en plus vers l'est, à partir de la vallée de l'Isar, le faciès argileux et l'aspect du *Schlier* d'Autriche (Prien, Traunstein) (5).

La faune de cet horizon supérieur du Miocène marin est caractérisée par la fréquence des bancs d'*Ostrea crassissima* et surtout par l'apparition de *Cardita Jouanneti* et d'autres espèces de l'horizon de Grund et de St-Gall, telles que *Tapes helvetica*, *Pleurotoma asperulata*, *Venus Haidingeri*, etc. Vers l'est, les couches plus marneuses contiennent *Aturia aturi*, *Solenomya Doderleini*, *Tellina ottnangensis*, c'est-à-dire la faune typique du *Schlier* d'Ottnang. Je pense donc que cette partie supérieure de la mollasse marine de Bavière correspond à l'ensemble du Schlier et des couches de Grund, peut-être avec passage latéral partiel de l'un de ces faciès à l'autre. Les couches d'Ermingen, sur le Hochstrass d'Ulm, correspondent au même horizon et indiquent, ainsi que cela a été dit plus haut, une transgression importante vers le nord des couches marines de la base du 2e étage méditerranéen.

Couches de Kirchberg et Mollasse d'eau douce supérieure. — Il n'existe en Wurtemberg et en Bavière aucun terme du Miocène marin supérieur à l'horizon de Grund, de sorte que la majeure partie du 2e étage méditerranéen y est représentée par des couches saumâtres à la base, d'eau douce en haut, qui surmontent la mollasse marine des deux bandes subjurassienne et subalpine, et remplissent en outre sur une énorme épaisseur le fond de la grande dépression synclinale du Haut-Danube. Il est probable que les

(1) Gümbel, id., p. 334. — (2) Id., p. 343. — (3) Id., p. 345. — (4) Id., p. 315, 317, 318, 333, 341. — (5) Id., p. 343 et 344.

couches supérieures de cette formation correspondent au *Sarmatique*.

Les couches saumâtres inférieures sont connues sous le nom de *couches de Kirchberg*, à cause de leur beau développement sur les berges de l'Iller à Kirchberg, un peu au sud d'Ulm, où j'ai eu occasion de les étudier. Cet horizon se montre à l'ouest depuis les environs de Schaffhouse, à Büttenhardt, se développe principalement aux environs d'Ulm (Huttisheim, Kirchberg, Günsburg, etc.), puis se retrouvent plus en aval du Danube entre Vilshofen et Simbach, ainsi que dans la bande subalpine de Bavière, à Kaltenbach. Dans cette dernière localité, et aussi sur le Hochstrass d'Ulm, les couches de Kirchberg *surmontent immédiatement les couches marines à Cardita Jouanneti* de l'horizon de St-Gall et de Grund, ce qui permet de fixer leur position stratigraphique vers la base de l'étage *Tortonien*.

La faune de ces couches saumâtres comprend avec des types fluviatiles (*Unio Eseri, Bithynia gracilis, Melantho varicosa*, etc.), un assez grand nombre d'espèces de petites Congéries *(Congeria claviformis, amygdaloïdes)*, de *Cardium caspiques (C. solitarium, friabile)*, ainsi que l'*Oncophora Partschi* May., très-répandu en Autriche vers la base des couches de Grund (1). Ces couches de Kirchberg doivent être considérées comme un véritable *faciès à Congéries*, bien inférieur comme niveau aux couches à Congéries de Vienne, qui sont pontiques, ainsi qu'il a été dit plus haut.

La *Mollasse d'eau douce supérieure* (*obere Süsswasser-Molasse*), qui succède aux couches saumâtres, consiste en une série épaisse (500 m) de couches de nature assez variée : le plus souvent ce sont des sables ou des grès micacés, glauconieux, avec intercalation de marnes, et parfois de minces lits de lignite ; dans la bande subalpine, les conglomérats (*Nagelfluhe*) y sont puissamment développés, tandis que l'élément marneux et calcaire augmente vers le nord, surtout dans les couches supérieures de l'assise (calcaires à *Helix sylvana*). Ces couches d'eau douce sont caractérisées par une flore très riche, en particulier à Œningen, sur le lac de Constance, et par des Mollusques terrestres et fluviatiles, parmi lesquels on peut citer comme les plus caractéristiques : *Helix sylvana, Planorbis Mantelli, Limnea dilatata, Melanoïdes Escheri, Glandina inflata;* c'est une faune très analogue à celle des couches d'eau douce de Mirabeau, dans la vallée de la Durance.

Mais le caractère paléontologique le plus important de la mollasse

(1) Fr. Suess.

d'eau douce est fourni par les Mammifères terrestres, parmi lesquels les plus répandus sont le *Mastodon angustidens*, l'*Hyœmoschus crassus* et le *Dinotherium giganteum*, d'où le nom de *Sables à Dinotherium* donné souvent en Bavière à cet horizon. Les principaux gisements de Mammifères sont en Bavière : Reisensburg, près Günsburg; Dinkelscherben, Tutzing, Ingollstadt, Tivoli, près Munich; Freising, Saint-George, etc. C'est au même niveau qu'appartiennent les faunes plus riches encore qui ont été découvertes à *Steinheim*, au *Ries*, à *Georgengsmund*, dans de petits bassins de mollasse d'eau douce supérieure, isolés sur les plateaux jurassiques de Souabe et de Franconie. Dans son ensemble, la faune de la mollasse d'eau douce supérieure présente la plus grande ressemblance avec la faune de l'*horizon de Sansan* et plus particulièrement encore avec celle de la Grive-Saint-Alban, dans le bassin du Rhône; elle appartient donc, comme celle de la mollasse d'eau douce de Suisse, à l'étage *Tortonien* (2e étage méditerranéen d'Autriche).

Miocène supérieur ou *Pontique*. — L'étage Pontique, caractérisé, comme on l'a vu en France et en Autriche, par l'apparition de la faune à *Hipparion* et *Mastodon longirostris* (faune de Pikermi et du Léberon) n'est représenté que par des dépôts de graviers fluviatiles formant dans la région orientale de la Bavière une nappe située à une grande hauteur au-dessus des vallées actuelles et plus ou moins morcelée par les érosions quaternaires. Ces cailloutis puissants, composés de quartz et de quelques roches dures alpines, ont, ainsi que l'a déjà montré M. Gümbel (1), la plus grande analogie de faciès et de position stratigraphique avec les *graviers du Belvédère*, qui en sont la continuation directe vers l'orient. En Bavière, ces graviers miocènes sont dépourvus de débris de Mammifères, contrairement à ce qu'on a vu pour le bassin de Vienne; en un seul point seulement, dans la vallée de la Traun, M. Gümbel signale, dans des couches charbonneuses placées immédiatement à la base de ces graviers, la présence d'*Hipparion gracile* et de *Chalicotherium* qui établissent leur âge pontique.

ITALIE

L'Italie, et en particulier le bassin du Piémont, est devenue une région classique pour l'étude du Miocène, grâce aux travaux de

(1) GÜMBEL, loc. cit., p. 292.

Pareto (1), de M. Ch. Mayer (2) et plus récemment de M. Sacco (3). C'est dans la bande miocène qui s'étale largement au pied septentrional de l'Apennin ligure, que Pareto et M. Mayer ont pris les types de deux des grands étages miocènes, le *Tortonien* dans les collines au sud de Tortone et le *Langhien* dans le massif des Langhe au sud d'Asti. Je ne pouvais donc me dispenser, en vue du travail de comparaison que je poursuivais, de visiter ces régions intéressantes et d'en revoir les principales coupes (4), ce qui m'a été du reste rendu très facile par la belle carte au $\frac{1}{400\,000}$ du bassin du Piémont, dressée par M. le professeur Sacco, et par les descriptions locales précises et exactes du savant géologue de Turin. Les splendides collections de fossiles miocènes réunis au Musée de Turin par Bellardi m'ont été également d'un grand secours au point de vue des comparaisons générales des faunes avec celles des autres bassins.

1° *Collines de Turin.* — Les collines de Turin constituent un petit massif entièrement isolé au milieu de la plaine piémontaise, entre Turin et Casale, massif dans lequel les terrains miocènes se montrent fortement relevés sur les deux flancs d'un axe anticlinal dirigé à peu près de l'ouest à l'est. En plusieurs points du massif (Gassino, Brusasco, Cocconato, etc.), le centre de la voûte permet d'observer largement le substratum constitué par l'Oligocène et laisse même apercevoir quelques rares affleurements d'Eocène supérieur et moyen.

Une bonne coupe de cet ensemble est visible en traversant le massif au sud de Gassino, petite ville située à quelques kilomètres au N.-E. de Turin. Quand on se dirige de Gassino vers le sud, on traverse un anticlinal formé par les terrains miocènes ; on rencontre d'abord les couches miocènes les plus récentes, puis des couches de moins en moins élevées, jusqu'au centre de l'anticlinal, formé par des marnes attribuées à l'Eocène supérieur ; tous ces terrains constituant le flanc nord de l'anticlinal, sont fortement redressés. Quant au flanc sud, qui présente la même succession, il est constitué par des couches moins inclinées. Les terrains qu'on peut étudier en ce point sont les suivants :

1. Le centre de l'anticlinal montre des marnes sèches dures, compactes, parfois ligniteuses, en couches verticales ou plon-

(1) Pareto. Note sur les subdivis. des ter. tert. de l'Apennin sept. (*B. S. G. F.*, 2e sér., t. 22, p. 210).

(2) Ch. Mayer. Carte géol. de la Ligurie centrale (*B. S. G. F.*, 3e sér., t. V, p. 282).

(3) Sacco. Il Bacino terz. d. Piemonte, avec carte au 100/000e.

(4) Les observations qui vont suivre sur le Miocène d'Italie sont le résultat de mon voyage d'octobre 1892 et d'un nouveau voyage effectué en avril 1893.

geant irrégulièrement dans les deux sens. Je n'y ai point vu de fossiles; M. Sacco attribue ces marnes à l'Eocène supérieur (*Bartonien-Sestien*).

2. Des deux côtés, on voit reposer sur ces marnes gréseuses des couches puissantes de conglomérats, de sables et de grès, en couches doucement inclinées dans la retombée sud de l'anticlinal, à peu près verticales du côté nord. Les éléments de ces conglomérats sont surtout des granites, du gneiss, du quartz, peu de gabbros et de serpentines ; aussi, la couleur générale de ces conglomérats est-elle roussâtre et non verte comme celle des conglomérats miocènes. Les fossiles sont naturellement très rares dans ces couches clastiques ; j'ai cependant recueilli très près de la limite supérieure des conglomérats, sur le flanc nord de l'anticlinal, quelques *Nummulites Fichteli* qui confirment l'âge tongrien attribué par M. Sacco à cette puissante assise.

3. Ces couches grossières *passent progressivement* à leur partie supérieure, à l'aide d'une alternance de bancs gréseux avec quelques bancs plus marneux, à une assise de marnes fossiles gris-foncé, gréseuses, micacées, avec débris végétaux et empreintes de feuilles mal conservées. Ce passage graduel est surtout visible au sud, où le plongement des couches est plus régulier. M. Sacco considère ces couches comme représentant l'étage *Aquitanien*, mais la preuve paléontologique de ce classement ne peut être faite.

4. Plus haut, les éléments deviennent peu à peu plus fins et plus marneux et on passe ainsi à une épaisse assise de marnes blanches fissiles, dont les surfaces sont souvent couvertes de Ptéropodes écrasés (*Vaginella*) et qui contiennent en outre des Foraminifères et quelques coquilles déformées (*Natica, Bulla, Polypiers*), peu déterminables. C'est là un représentant typique du *faciès langhien*, qui rappelle un peu le *Schlier* d'Autriche, plutôt encore par la faune (Ptéropodes, *Solenomya*, etc.), que par la nature de la roche, plus marneuse et plus dure que dans le bassin du Danube. C'est ce faciès qui a été pris par M. Mayer pour type de son *Langhien*, pour désigner l'étage le plus inférieur des terrains miocènes.

5. Au-dessus de cette masse épaisse de marnes à faciès langhien, on commence à voir s'intercaler quelques bancs sablo-gréseux alternant d'abord avec les marnes, puis devenant ensuite tout à fait prédominants et passant même à des graviers et à des conglomérats peu épais, de teinte verdâtre, où dominent les éléments serpentineux (5 a) ; c'est le niveau de la célèbre *faune miocène de la Superga;* en ce point, les fossiles sont relativement rares et mal

conservés *(Balanes, Huîtres, Pecten, Polypiers)*; il est cependant possible d'y reconnaître, à la fois par le faciès et par la présence d'un certain nombre d'espèces déterminables, le niveau de sables et de graviers serpentineux qui se développe si largement dans la retombée sud de l'anticlinal et contient les beaux gisements fossilifères de Baldissero, Fino, Sciolze, etc. (*faune dite de Turin ou de la Superga*). M. Sacco a considéré ce niveau comme représentant l'étage *Helvétien* de M. Mayer; je dirai plus loin les raisons paléontologiques qui me font rapporter la faune de Turin à la base du deuxième étage méditerranéen d'Autriche, c'est-à-dire au niveau de l'horizon de Grund et de St-Gall.

Au-dessus de ces couches de sables et de graviers serpentineux, on assiste à une récurrence de marnes blanches fissiles (5^b) qui constituent les premières pentes des collines de Gassino et ressemblent tout à fait aux *marnes dites langhiennes*, non seulement par le faciès de la roche, mais encore par la fréquence des coquilles de Ptéropodes (*Vaginella*) et de Foraminifères; tout au plus peut-on les distinguer des marnes à Ptéropodes inférieures (n° 4) par l'intercalation de quelques bancs plus gréseux. M. Sacco rattache encore à l'Helvétien ces marnes à Ptéropodes supérieures, que l'on voit passer, sur le flanc sud des collines de Turin, à d'autres marnes blanches, puissantes, peu fossilifères, où M. Sacco voit les représentants successifs de ses étages *Tortonien* et *Messinien* et sont recouvertes enfin par le Pliocène; il m'a paru inutile d'insister ici sur ces horizons supérieurs du Miocène, qui, ainsi qu'on le voit, sont fort mal caractérisés paléontologiquement dans cette région.

Les autres coupes que l'on peut prendre dans le massif de Turin, par exemple tout près de cette ville, à la hauteur de la basilique de la Superga, diffèrent par quelques détails de la coupe de Gassino.

En montant à la Superga par la grande route, on rencontre d'abord les marnes blanchâtres à Ptéropodes supérieures (5^b de la coupe précédente), avec *Vaginella*, Foraminifères, empreintes de feuilles; un-peu plus bas dans la série, ces bancs commencent à alterner avec des bancs de grès serpentineux et on passe ainsi à de gros bancs de grès grossiers et de conglomérats où dominent les gabbros et les serpentines; c'est à ce niveau que l'on observe quelques-uns des fossiles de la faune de Turin, dans un état de conservation défectueux. Puis on voit sortir au-dessous des grès serpentineux la masse principale des marnes blanches à Ptéropodes (faciès langhien) avec plantes, écailles de Poissons, *Vaginella*, Foraminifères, baguettes de *Cidaris* (n° 4 de la coupe de Gassino). Mais au-dessous des marnes

à Ptéropodes, on observe à la place des marnes gréseuses à débris végétaux de Gassino (n° 3, Aquitanien pour M. Sacco) une énorme épaisseur de sables grossiers, ferrugineux, alternant avec des lits de gros galets, en grande partie serpentineux, comme dans l'horizon de la faune de Turin. M. Sacco considère ces grès et conglomérats serpentineux inférieurs, qui forment ici le centre de la voûte anticlinale et sur lesquels est construite l'église de la Superga, comme un équivalent latéral des marnes gréseuses n° 3 de Gassino, c'est-à-dire comme un énorme cône de déjection de quelque grand torrent venu des Alpes; mais ce faciès caillouteux est limité à la partie occidentale des collines de Turin, tandis qu'à l'Est le faciès marno-gréseux fin est tout-à-fait général dans cette assise.

En résumé, il n'existe dans les collines de Turin comme point de repère paléontologique important, au-dessus des conglomérats tongriens à *Nummulites Fichteli* et *intermedia*, que l'horizon des grès serpentineux de Baldissero, de Sciolze, etc., dont la riche faune est connue sous le nom de *faune de Turin* ou plus improprement de la *Superga*. Cet horizon a été considéré par MM. Mayer et Sacco comme le représentant de la mollasse marine de Suisse, c'est-à-dire de l'étage *Helvétien*. Je pense, pour ma part, que ce parallélisme n'est exact qu'en partie, c'est-à-dire que l'horizon de Turin représente seulement le niveau supérieur de la mollasse suisse ou *horizon de St-Gall*, horizon qui se rapporte, ainsi que cela a été établi plus haut, à la base du 2e étage méditerranéen des géologues d'Autriche. La faune de Turin présente en effet, à mon avis, un cachet paléontologique relativement jeune parmi les horizons miocènes. On y trouve assez communément la *Cardita Jouanneti*, représentée par la forme à côtes saillantes et rugueuses de Grund, de St-Gall, de Salles(1). A côté de cette espèce caractéristique, les *Pleurotoma semimarginata, Jouanneti, asperulata*, la *Ranella marginata*, l'*Ancilla glandiformis* (très-abondant), les petites *Nassa* précurseurs du groupe de la *semistriata* pliocène (*Nassa badensis* Partsch, *N. exigua* Broc., *N. sublaevigata* Bell., *N. Taurinorum* Bell., etc.), la *Natica redempta* Micht., enfin les *Potamides lignitarum* et *bidentatum* constituent un ensemble de formes qui, dans la vallée du Danube aussi bien qu'en France, manquent aux horizons inférieurs du Miocène marin et n'apparaissent qu'avec la base du second étage méditerranéen de M. Suess. Comme d'ailleurs la faune de Turin est certainement un

(1) C'est cette forme qui doit être considérée comme le vrai type de *Cardita Jouanneti* décrite par Basterot de l'horizon de Salles ; la forme à côtes plates et lisses du Tortonien d'Italie et de France mérite d'être distinguée à titre de variété sous le nom de *Cardita Jouanneti* var. *lævigata*.

peu plus ancienne que les faunes *tortoniennes* de Baden, de Sta-Agatha, de Saubrigues, je n'hésite pas à la considérer comme exactement parallèle à la faune de Grund, et aussi de St-Gall, de Salles et de la Touraine. La présence dans l'horizon de Turin de quelques rares exemplaires de *Pecten* du groupe du *praescabriusculus* (mus. de Turin) ne saurait, à mon sens, infirmer cette conclusion ; elle montre seulement que ce type persiste jusque dans la partie inférieure du 2e étage méditerranéen, fait que j'ai eu déjà l'occasion de signaler en Suisse, à St-Gall et à Berne ; mais le maximum de développement numérique de ce *Pecten* a lieu plus bas, dans le 1er étage méditerranéen.

2° *Apennins. Vallée de la Scrivia.* — Sur le revers nord de l'Apennin ligure, les terrains miocènes forment une large bande où les différents étages prennent des épaisseurs véritablement extraordinaires, ce qui tient évidemment à la grande quantité d'éléments détritiques que fournissait à l'époque miocène la chaîne déjà émergée de l'Apennin. Vers la partie orientale du bassin piémontais, la vallée de la Scrivia et le massif des collines du Tortonais présentent d'excellentes coupes, déjà devenues classiques par les travaux de Pareto, d'Hébert, de M. Mayer et que rendent tout à fait intéressantes les beaux gisements fossilifères du Miocène supérieur, types de l'étage *Tortonien.*

Si, après avoir traversé en venant du sud la série interminable du flysch éocène de l'Apennin, on continue de descendre la vallée de la Scrivia, on recoupe le long des berges de cette rivière la série entière et continue des formations oligocènes et miocènes.

Au-dessus des épais conglomérats à gros éléments du Tongrien, à *Nummulites intermedia*, assez semblables par leur couleur roussâtre à ceux des collines de Turin, on voit reposer une épaisse série de marnes grises et de grès psammitiques, auxquels succède à partir d'Arquata Scrivia une nouvelle série plus exclusivement gréseuse, qui débute par un gros banc de grès en saillie, déjà signalé par MM. Mayer et Sacco. Toutes ces couches, qui ne manquent pas d'analogie avec le *flysch*, sont sans fossiles : M. Sacco attribue les marnes inférieures au *Stampien* et la grande série gréseuse supérieure à l'*Aquitanien*. Mais ces attributions manquent absolument de preuve paléontologique, de telle sorte qu'il me paraît impossible de pouvoir préciser dans cette région, comme du reste dans les collines de Turin, la limite exacte entre l'Oligocène et le Miocène.

En continuant de descendre la Scrivia, on arrive graduellement entre Arquata et Serravalle à des couches marneuses, alternant

d'abord à la base avec des bancs gréseux, puis constituant seules une puissante assise de marnes blanchâtres, fissiles, à surfaces souvent couvertes de Ptéropodes et plus rarement de Lamellibranches et de Gastropodes déformés : ce sont les marnes langhiennes, prolongement direct de celles des *collines des Langhe*, situées un peu à l'Ouest de ce point, et où a été pris le type de l'étage Langhien. Le faciès de ces marnes langhiennes est semblable à celui des collines de Turin, avec une épaisseur beaucoup plus forte.

Quand on approche de Serravalle, les couches supérieures de ce *Schlier* deviennent plus gréseuses, puis on atteint bientôt des bancs de grès bleuâtre avec petits galets de serpentine, de $0^{m}20$ à $0^{m}30$, séparés par des bancs marno-sableux de même épaisseur ; MM. Mayer et Sacco mettent en ce point la base d'un nouvel étage, en grande partie gréseux, qu'ils rapportent à l'*Helvétien*. On peut observer aisément à Serravalle la constitution de cet étage, formé d'une alternance de bancs marneux et sableux avec de gros bancs durcis de grès mollassique, plus ou moins grossier, qui, dans certains lits, par la prédominance du ciment calcaire, forme un véritable *calcaire moellon* comparable à ceux du Midi de la France. Le lit de la Scrivia est resserré à Sarravalle par la saillie que forment ces bancs compactes. Dans toute cette série inférieure de mollasses dures, je n'ai réussi à observer que des débris indéterminables de Polypiers et de petits *Pecten*. C'est seulement vers la partie supérieure de l'étage, là où l'on voit s'intercaler, au milieu des grès, des bandes de marnes bleuâtres annonçant déjà l'approche du Tortonien que j'ai pu recueillir, près du cimetière de Serravalle, quelques Lamellibranches peu déterminables et une contre-empreinte du *Conus antediluvianus*, espèce des marnes tortoniennes.

J'ai pu heureusement suppléer à cette insuffisance de documents paléontologiques en visitant au Musée de l'Université de Gènes la collection des fossiles de l'Apennin recueillie par M. le prof. Issel. Ce géologue a trouvé dans des couches sableuses, à Castree-Montej, près Serravalle : *Natica helicina* Broc., *Arca diluvii* Lam., *Perna Soldani* Desh ; *Pecten Fuchsi* Font., (valve bombée) ; petit *Pecten* du groupe du *Celestini* Mayer ; *Pecten* voisin du *camaratensis* Font., *Megerlea*, *Terebratula*, *Polypiers*. Cette faunule est très-intéressante à cause de l'indication précise donnée par les *Pecten Fuchsi* et *camaratensis*, deux espèces qui, dans le bassin du Rhône, caractérisent les couches sableuses superposées à la mollasse marno-calcaire à *Pecten praescabriusculus*. Nous pouvons, d'après cette indication, rapporter la puissante série gréso-sableuse de Serravalle à un horizon peu diffé-

rent de celui de Turin, et y voir au-dessus du Schlier langhien, l'équivalent de Grund, de St-Gall et de la base des couches à *Cardita Jouanneti* du bassin du Rhône.

Au-dessus des grès de Serravalle, on passe par des transitions graduées aux marnes bleues de Stazzano, qui, dans les profonds ravins de Bocca d'Asino et, plus à l'est, à Vargo, Sta-Agatha, etc., contiennent la classique faune qui a servi de type à l'étage *Tortonien*. A Stazzano, on observe au milieu des marnes tortoniennes de puissantes intercalations de grès et de conglomérats, qui disparaissent lorsqu'on se dirige plus à l'Est, c'est-à-dire lorsqu'on s'écarte du débouché de la Scrivia, dont ces couches de cailloutis représentent le cône de déjection torrentiel à l'époque miocène.

La faune des marnes tortoniennes est trop connue pour qu'il soit nécessaire de s'y arrêter. Je me bornerai à y indiquer avec l'*Ancilla glandiformis* très-abondante, la variété à côtes planes et lisses de *Cardita Jouanneti* (var. *lævigata*) et toute une faune de Nasses, de Pleurotomes, de Murex, de Cônes, de Dentales, parfaitement analogue à celles des argiles de Baden en Autriche, et des marnes de Cabrières-d'Aigues dans le bassin du Rhône.

Au-dessus du Tortonien, on passe graduellement au *Miocène supérieur* qui, dans toute la bande des collines du Tortonais (de Stazzano à Sta-Agatha), comprend trois termes stratigraphiques bien définis, qui se succèdent ainsi de bas en haut :

1° Horizon de marnes avec amas de gypse cristallisé (*formazione gessoso-solfifera*) exploité en divers points de la région (Monte-Rosso, Sardigliano, Sta-Agatha).

2° Marnes bleuâtres avec bancs de calcaire lacustre (Sardigliano) surmontées par un puissant horizon de conglomérats à galets impressionnés, au milieu desquels s'intercalent en quelques points des limons rouges à faciès continental (Monte-Rosso, Sardigliano). Ces conglomérats, très puissants au Monte-Rosso, en face du débouché de la Scrivia miocène, s'atténuent rapidement à l'est et se réduisent seulement à quelques bancs près de Sta-Agatha.

3° Marnes blanches ou bleuâtres à *Melanopsis Matheroni* et *Congeria simplex* (couches à Congéries), bien fossilifères sur la route de Cassano à Sta-Agatha. J'ai observé en place dans la tranchée de la route à Gavazzana, au milieu des couches à Congéries, des coquilles marines d'espèces pliocènes (*Pleurotoma catafracta*), fait important que M. Sacco a signalé aussi en plusieurs autres points du Piémont.

Au-dessus, on passe insensiblement aux marnes pliocènes marines, fossilifères à Cassano et surtout à Villalvernia.

L'équivalence de ces différents termes du Miocène supérieur du Piémont avec celui de la vallée du Rhône et du bassin du Danube m'a semblé des plus simples.

La formation gypseuse de la base occupe, entre le Tortonien marin et les couches lacustres et continentales de Monte-Rosso, la position du *Sarmatique*, sans qu'il soit possible de démontrer paléontologiquement cette assimilation. Peut-être la formation *gessoso solfifera* correspond-elle déjà à la base de l'étage Pontique, ou bien à l'ensemble du Sarmatique et du Pontique inférieur.

Quoi qu'il en soit, les marnes et calcaires lacustres superposés au gypse, avec les puissants conglomérats continentaux qui les surmontent, répondent sans aucune hésitation aux calcaires à *Helix Christoli* et aux conglomérats impressionnés de la Durance; on retrouve en Italie jusqu'aux limons rouges à Hipparion du Léberon avec un *faciès d'une identité frappante dans les deux pays*. Dans le bassin du Danube, les couches à *Congeria subglobosa*, avec les graviers du Belvédère qui les surmontent, représentent, comme on l'a déjà dit, le même horizon, qui indique un exhaussement général du continent dans les vallées périalpines à la fin de la période miocène.

Enfin, les couches à *Congeria simplex* et *Melanopsis Matheroni* sont identiques à la fois par la situation stratigraphique et par un grand nombre d'espèces communes avec les couches à Congéries de Bollène et de Théziers, dans la vallée du Rhône. Il est à remarquer que, en Italie comme en France, elles *succèdent à des formations continentales* et indiquent, en conséquence, un affaissement graduel de la région, à titre de mouvement précurseur de l'invasion marine pliocène. La présence de coquilles marines d'espèces pliocènes au milieu des couches à Congéries italiennes est encore un nouvel indice en faveur de leur liaison naturelle avec les formations pliocènes.

FRANCE

Bassin Atlantique.

Les considérations des chapitres précédents ont un certain retentissement sur la classification des couches miocènes du faciès atlantique et en particulier du bassin de la Loire et de celui du Sud-Ouest. Je me bornerai pour ces régions à indiquer les rapprochements généraux les plus importants, n'ayant pas eu l'occasion d'étudier

moi-même ces bassins avec assez de précision pour pouvoir les analyser comme je l'ai fait plus haut pour les bassins méditerranéens.

Bassin de la Loire. — Au calcaire de Beauce aquitanien succède, dans le bassin de Paris, une formation fluviatile, les *sables de l'Orléanais,* qui contiennent une belle faune de Mammifères encore incomplètement étudiée, mais qui possède, ainsi que l'a fait remarquer M. le prof. Gaudry, un cachet nettement plus ancien que la *faune de Sansan.* Ce caractère archaïque résulte de la présence dans cette faune d'un *Anthracotherium (A. onoideum),* qui me paraît extrêmement voisin de l'animal des sables de Gauderndorf à Vienne, d'un *Palæochœrus* rappelant les types de Saint-Gérand-le-Puy, mais encore par le degré d'évolution peu avancée des Cervidés (stade *Procervulus* à bois sans bifurcation). Cet horizon me paraît se placer au niveau des sables de Gauderndorf à Vienne et de la mollasse grise de Lausanne en Suisse, c'est-à-dire qu'il représenterait la base du premier étage méditerranéen.

Les formations lacustres et continentales (*sables de la Sologne, calcaire de Montabuzard)* qui surmontent les sables de l'Orléanais peuvent correspondre au sommet du 1er étage méditerranéen, sans que la démonstration rigoureuse en soit possible. Ce qui est bien certain, c'est que l'invasion marine ne commence, ainsi que l'a déjà indiqué M. Suess, qu'avec le *deuxième étage méditerranéen,* dont la base est représentée dans la vallée de la Loire par les *faluns de Touraine* (Pont-Levoy, Manthelan, Bossée, etc.), et par une partie de ceux de l'Anjou (environs de Baugé). La faune des faluns de Touraine comprend, avec *Cardita Jouanneti* (*type* à côtes rondes et rugueuses), mais très-rare, et l'*Ancilla glandiformis,* abondante, une grande partie des formes du deuxième étage méditerranéen, tels que *Conus canaliculatus, Pleurotoma semi-marginata, Melongena cornuta, Terebra fuscata, Nassa Dujardini, Columbella curta, Cerithium bidentatum* et *lignitarum, Turritella bicarinata, Helix turonensis, Venus clathrata, Corbula carinata, Cardita Partschi, Arca turonica,* etc.

Les faluns de l'Anjou, un peu plus récents que ceux de Touraine et remarquables par l'abondance des Bryozoaires, des Polypiers, des Nullipores, répondent, à la fois comme faciès et comme niveau, au Leithakalk du bassin de Vienne et à la mollasse à Nullipores de Cucuron.

Quant aux couches continentales (marnes à *Helix turonensis*) qui terminent le Miocène de la vallée de la Loire, il est, pour le

moment, difficile de dire, faute de documents paléontologiques, si elles appartiennent encore au Tortonien ou bien si elles sont l'équivalent des couches pontiques à *Hipparion* des contrées méditerranéennes.

Bassin du Sud-Ouest. — L'équivalence des différents termes marins du Miocène méditerranéen avec ceux des environs de Bordeaux est assez facile à saisir, au moins dans ses grands traits.

C'est ainsi qu'au-dessus des faluns *aquitaniens* de Mérignac et de Lariey (équivalents de ceux de Carry), on observe comme premier terme marin du Miocène les faluns de *Saucats* et du *Léognan*, qui, par leur richesse paléontologique, méritent bien de servir de type à cet horizon inférieur du premier étage méditerranéen : ces faluns, bleus et jaunes, ont pour équivalents les couches de Sausset dans le bassin du Rhône et les sables de Gauderndorf dans celui du Danube.

L'équivalent de la mollasse marno-calcaire à *Pecten præscabriusculus* du bassin méditerranéen (partie supérieure du premier étage) me paraît devoir se trouver dans les couches marno-calcaires qui surmontent les faluns de Saucats et de Léognan, et en particulier dans les couches à *Echinolampas hemisphæricus* de *Martignas*.

Le *deuxième étage méditerranéen* débute avec les mollasses et les sables ferrugineux de Salles, de la Sime, où se trouvent *Cardita Jouanneti* typique (à côtes rondes et rugueuses), *Pecten* voisin du *rindascinus; Arca turonica, Turritella sallomacensis* voisine de *T. pusio; Natica redempta, Turritella bicarinata, Conus canaliculatus, Clavatula calcarata, Helix turonensis.* Cette faune permet de placer cet horizon à la hauteur de Grund, de Turin et des faluns de Touraine.

Plus haut encore, au niveau des argiles de Tortone et de Baden, viennent les marnes de Saubrigues à nombreux Pleurotomes.

On ne connaît pas encore l'équivalent de l'étage pontique dans le bassin de Bordeaux.

Quant aux couches fluvio-lacustres du bassin de la Garonne (Gers), qui sont l'équivalent latéral des couches marines de Bordeaux et contiennent les riches gisements de Mammifères de Sansan, de Simorre, etc., il est impossible, dans l'état actuel, d'indiquer leur parallélisme de détail, soit avec les formations marines du Bordelais, soit avec celles des bassins méditerranéens. Il faut attendre, pour préciser ce point, des recherches stratigraphiques que je me propose d'entreprendre aussi prochainement que possible.

RÉSUMÉ

En rapprochant les faits qui précèdent, on voit qu'au-dessus des formations presque partout lagunaires de l'*Aquitanien*, on doit distinguer dans le Miocène marin un grand *étage inférieur*, avec l'horizon des faluns de Saucats et de Léognan à la base, et celui de la mollasse calcaire du bassin du Rhône à *Pecten præscabriusculus* au sommet. Le premier de ces horizons répond à une phase de début encore peu prononcée de la transgression marine miocène, qui, dans le bassin du Rhône, atteint seulement la Drôme, tandis qu'avec l'horizon supérieur, elle pénètre en Dauphiné, en Suisse et de là par la Bavière jusqu'au bassin extra-alpin de Vienne. Ce premier groupe naturel de couches qui répond exactement au 1er *étage méditerranéen* de M. Suess, dont le *Schlier* peut être considéré comme un épisode terminal, peut être désigné sous le nom de *Burdigalien*, à cause de la riche faune des faluns de Bordeaux. La faune de Mammifères de cet étage a un cachet archaïque par la présence de l'*Anthracotherium*, du *Palæochœrus*, de l'état peu avancé d'évolution des Cervidés (faune des sables de l'Orléanais et d'Eggenburg).

Au 2me *étage méditerranéen* de M. Suess répondent deux sous-étages que nous maintiendrons sous les noms d'*Helvétien* et de *Tortonien*, bien que leur séparation soit pour ainsi dire impossible lorsqu'ils se présentent sous le même faciès.

Le sous-étage inférieur a pour type l'horizon fossilifère le plus important de la Suisse, celui de *Saint-Gall* et de *Berne*, dans lequel apparaît *Cardita Jouanneti*. Il peut être désigné sous le nom d'*Helvétien* et répond au maximum de transgression de la mer miocène, qui envahit la Touraine, le Randen, les environs d'Ulm, et forme en Autriche, au-dessus du *Schlier*, les sables de l'*horizon de Grund*, base du deuxième étage méditerranéen. En Italie se déposent, à la même époque, les marnes à Ptéropodes des Langhe surmontées par les sables verts de la Superga à faune de Grund. Dans le bassin du Rhône, cet étage répond à une masse de sables et de grès terminés par l'horizon marno-calcaire à *Pecten vindascinus* de Visan.

Les Mammifères de cet étage, trouvés dans les lignites d'Eibiswald (Styrie), etc., appartiennent à l'*horizon de Sansan*, dont la faune a un cachet franchement miocène.

TABLEAU du parallélisme

ÉTAGES			VALLÉE INFÉRIEURE DU RHÔNE	VALLÉE MOYENNE DU RHÔNE	JURA, SUISSE
Miocène supérieur	*Pontique*	SUPÉRIEUR	Couches à Congéries de Bollène, Théziers.		
		MOYEN...	Limons à *Hipparion* et conglomérats impressionnés de la Durance.	Cailloutis des Hauts Plateaux. — Marnes de la Croix-Rousse.	
		INFÉRIEUR	Calcaire de Cucuron à *Helix Christoli* et *Melanopsis Narzolina.*	Sables à *Helix delphinensis.* — Sables à *Nassa Michaudi* et *Hipparion.*	
Miocène moyen	*Sarmatique*		?	?	Mollasse d'eau douce supérieure (Ellg, Kapfnach, Œningen).
	Tortonien	2e ÉTAGE MÉDITERRANÉEN	Marnes de Cabrières. — Mollasse de Cucuron à *Cardita Jouanneti.*	Sables à *Ancilla glandiformis* de St-Génix d'Aoste, Tersanne, Croix-Rousse.	
	Helvétien (S. stricto)		Marnes à *Pecten vindascinus* et *Cardita Jouanneti* de Visan.	Sables à Terebratulines et *Pecten Gentoni.* — Sables et grès à *O. crassissima.*	Mollasse marine de St-Gall, de Berne (Belpberg).
Miocène inférieur	*Burdigalien*	1er ÉTAGE MÉDITERRANÉEN	Sables à *Pecten Fuchsi.* — Schlier d'Avignon — Sables et grès à *Ostrea crassissima.*		Grès et sables peu fossilifères.
			Mollasse marno-calcaire à *Pecten præscabriusculus* de St-Paul-trois-Châteaux.	Mollasse marno-calcaire à *P. præscabriusculus.*	Muschelsandstein.
			Sables à *Scutella paulensis* et Faluns de Sausset.	Sables à *Scutella paulensis.*	Mollasse grise de Lausanne.
Oligocène supérieur	*Aquitanien*		Couches de Carry à *Melongena Lainei.*	Marnes et calcaires à *Helix Ramondi* et Cyrènes.	Mollasse d'eau douce inférieure à *H. Ramondi.*

du système miocène

BADEN, WURTEMBERG, BAVIÈRE	AUTRICHE	ITALIE DU NORD	FRANCE (SUD-OUEST)	BASSIN DE LA LOIRE
	Sables à lignites de Croatie.	Couches à *Congeria simplex* et *Melanopsis Matheroni*.		
Cailloutis à *Hipparion* de la vallée de la Traun.	Graviers du Belvédère et Calcaires d'eau douce / Couches à *Congeria croatica* d'Agram.	Conglomérats et limons rouges de Monte-Rosso.		
	Couches à *Congeria subglobosa* de Vienne, Agram, etc.	Marnes et Calcaires d'eau douce. — Formation gessoso-solfifera.		? Marnes à *Helix turonensis*.
Obere Süsswasser Molasse (Flinz de Bavière). — Couches saumâtres de Kirchberg.	Couches sarmatiques.	?		
	Argiles de Baden. — Leithakalk, Gainlahren.	Marnes bleues de Stazzano, Vargo, Sta-Agatha.	Saubrigues.	Faluns de l'Anjou.
Mollasse marine du Randen, d'Ermingen. Mollasse à *Cardita Jouanneti* du sud de la Bavière.	Grund et couches ligniteuses de Styrie (Eibiswald), etc.	Grès serpentineux de Turin. — Grès de Serravalle.	Salles, la Sime.	Faluns de Pontlevoy, du Bossée, de Baugé.
Grès à l'Ouest, Schlier à l'Est de la Bavière.	Schlier de la Haute-Autriche.	Marnes à Ptéropodes (faciès langhien). — Marnes grises et Grès psammitiques à faciès de Flysch.		Sables d'eau douce de l'Orléanais.
Muschelsandstein de Bavière à *P. præscabriusculus*. — Couches inférieures de Kaltenbach.	Mollasse calcaire d'Eggenburg à *P. præscabriusculus*.		Mollasse marno-calcaire à *Echinolampas hemisphœricus* de Martignas.	
	Sables de Gaudendorf — Sables de Loibersdorf		Faluns de Saucats et de Léognan.	
Untere Süsswasser-Molasse à Cyrènes.	Couches de Molt.		Couches à *M. Lainei* de Larriey, Mérignac.	

La phase de régression commence avec le sous-étage supérieur ou *Tortonien*, pendant lequel la mer du bassin du Rhône (couches de Cucuron et de Cabrières) est séparée de celle de Vienne (Leitha-kalk et marnes de Baden) par une large région exondée où s'est formée la *mollasse d'eau douce supérieure* de Suisse et de Bavière. La faune de Mammifères de cet horizon (La Grive Saint-Alban, Steinheim, etc.), ressemble beaucoup à celle de Sansan avec une nuance d'évolution un peu plus jeune.

Cette même faune persiste dans l'étage *sarmatique* du bassin du Danube, dont les équivalents ne sont pas encore connus dans l'Europe occidentale.

Enfin, avec l'étage *pontique* ou des couches à Congéries de Vienne, apparaît une faune de Mammifères toute nouvelle, la faune à *Hipparion* de Pikermi, qui acquiert son maximum d'expansion dans les graviers fluviatiles du Belvédère, par lesquels se termine le Miocène de Vienne. Les couches saumâtres à *Helix Christoli* de Cucuron et les limons terrestres à *Hipparion* du Leberon représentent en France ce même étage et contiennent aussi la faune de Pikermi.

Le tableau ci-contre résume ces divers parallélismes.

QUELQUES MOTS
SUR L'OXFORDIEN ET LE CORALLIEN DES BORDS DE LA SERRE,

par M. l'Abbé BOURGEAT (1).

Les variations de faciès et de faune que présentent les deux étages de l'Oxfordien et du Corallien dans la chaîne du Jura m'engageaient depuis longtemps à les étudier près de Dôle et à les suivre de là vers Salins et Besançon. J'ai profité dernièrement de quelques jours de loisir pour commencer ce travail, que je me propose de continuer cet automne. Voici, en attendant, les principales observations que j'ai recueillies :

1° Ni près de Dôle, vers la pointe granitique de la Serre, ni plus à l'est, du côté de Fraisans, de Villars-Saint-Georges et de Mouchard, je n'ai trouvé les bancs ferrugineux avec *Amm. macrocephalus* et *Amm. anceps*, sur lesquels l'Oxfordien repose dans le Jura proprement dit. A Landon, comme à Monnières, comme aussi près d'Archelange, les premières assises nettement oxfordiennes recouvrent un calcaire grumeleux ou oolitique d'aspect miroitant, qui est jaune en quelques places, bleuâtre ou gris en d'autres, et qui est souvent chargé de veines siliceuses ou de rognons semblables aux silex de la Craie. Les fossiles que j'y ai trouvés et dont les principaux sont :

Terebratula digona,
Terebratula Sæmani,
Rhynchonella varians,
Pecten subfibrosus,
Holectypus depressus,

me semblent indiquer un niveau, sinon correspondant au Kellovien, du moins très voisin. Il s'y rencontre aussi beaucoup de Bryozoaires et de Serpules. Les bancs supérieurs sont percés de tarets. Près de Mouchard, ces assises passent à un calcaire blanchâtre suboolithique et miroitant qui doit être la dalle nacrée. Les fossiles y sont brisés et peu déterminables : on y voit surtout beaucoup de débris d'Encrines.

(1) Communication faite dans la séance du 19 juin, manuscrit remis le même jour ; épreuves corrigées par l'auteur parvenues au Secrétariat le 2 décembre.

2° De là jusqu'aux couches à *Ostrea virgula*, qui sont visibles à Foucherans, à Labedurgue et sur le chemin de Saint-Ylie à Choissey, on observe la série suivante :

1° Marnes bleues fortement argileuses avec pyrites et cristaux de gypse : une vingtaine de mètres.

2° Calcaires blancs suboolithiques avec petits Spongiaires : 12 à 15 mètres.

3° Marnes tachetées et assez fortement calcaires : 15 à 18 mètres.

4° Assises bréchiformes à Spongiaires calcaires : 7 ou 8 mètres.

5° Calcaires à Polypiers : 6 ou 7 mètres.

6° Alternance de Calcaires oolithiques et de Calcaires saccharoïdes à Polypiers : 25 à 30 mètres.

7° Calcaires compacts à Diceras et Nérinées : 15 à 20 mètres.

8° Calcaires grumeleux passant insensiblement à des Marnes à *Ostrea virgula* : 7 ou 8 mètres.

Les quatre premiers groupes d'assises me paraissent constituer l'Oxfordien; les trois suivants, le Corallien. Les Calcaires grumeleux peuvent être regardés comme à la limite du Corallien et de l'Oxfordien.

I. — Oxfordien.

Le premier groupe, celui des assises marneuses inférieures, perd son gypse en allant vers Salins. Il est peu fossilifère près de Dôle. Je n'y ai trouvé que quelques *Amm. cordatus* et *arduennensis*.

Près de Byans, la faune s'enrichit, elle s'accroît encore près de Mouchard, où elle offre beaucoup des espèces de la zone à *Amm. Renggeri*. Les fossiles sont généralement petits et pyriteux.

Le second groupe, celui du calcaire, s'atténue loin de la Serre, vers St-Ylie. Il disparaît près de Mouchard où il est remplacé par des marno-calcaires grumeleux. En même temps on voit que les Spongiaires s'y multiplient et que les chailles y apparaissent en masse. On en rencontre beaucoup à Villars-St-Georges, à Port-Lesney et à La Chapelle-sous-Salins.

Le troisième groupe contient, près de Dôle, un assez grand nombre de Spongiaires à peine siliceux et renferme une assez grande variété de Pholadomyes. Les Ammonites y sont relativement rares. C'est près de St-Ylie, au four à chaux du canal, qu'on peut en mieux observer la faune et le développement.

Lorsqu'on s'avance vers Salins par Fraisans et Port-Lesney, on constate que la structure en devient de plus en plus siliceuse et qu'il est envahi par les chailles comme le groupe précédent.

Ces lits à chailles contiennent beaucoup de Serpules et d'*Ostrea* avec des débris de *Pecten* et d'Oursins. La couleur bleuâtre tachetée de gris, que les assises avaient près de Dôle, est remplacée par une couleur jaune ocreuse, qui s'accuse surtout près de Mouchard et de La Chapelle. On y observe près de Byans des lits de silex, qui se rattachent aux chailles vers le bas et qui se relient en haut à une couche de fer pisolithique terminant la formation.

Le quatrième groupe, celui des Spongiaires calcaires, se renfle et s'amincit à plusieurs reprises sur les bords de la Serre. Il est épais et à stratification confuse entre Monnières et Foucherans, épais et bien stratifié entre Dôle et St-Ylie, aminci vers le cimetière de Dôle, renflé à Authume, réduit à Archelange et renflé près de Vriange.

Il est, dans toutes ces localités, constitué par des Spongiaires à large surface, empâtés dans un marno-calcaire moins résistant qu'eux ; sur les surfaces fraîches, on ne distingue guère les Spongiaires de la pâte qu'à leur structure saccharoïde et à leur couleur plus claire ; mais lorsque les assises ont été soumises aux agents extérieurs, elles prennent l'aspect de poudingues ou de brèches par suite d'une décomposition plus rapide de la pâte ambiante.

En suivant ce quatrième groupe vers Salins, on voit qu'à Fraisans les Spongiaires paraissent plus petits et que les couches deviennent grumeleuses. A Villars-St-Georges les assises sont toujours grumeleuses, mais moins grisâtres. A La Chapelle et à Mouchard, elles se chargent d'Encrines et deviennent plus blanches et légèrement plus compactes.

Au total, lorsqu'on passe de la Serre au Jura, la première formation de l'Oxfordien passe d'un faciès littoral et lagunaire, accusé par le gypse et la rareté des fossiles, à un faciès plus pélagique et à faune plus riche. Toutefois, la petite taille des Ammonites et leur structure pyriteuse permettent de croire que, vers Salins, les eaux étaient encore chargées de sulfate de chaux et peu favorables à leur développement.

La deuxième formation perd son calcaire et passe à l'argile à chailles en se colorant en jaune.

La troisième perd aussi sa couleur bleu-grisâtre pour prendre une teinte ocreuse, en même temps qu'elle se charge de chailles passant parfois à des silex et à une sorte de fer pisolithique.

La quatrième, tantôt renflée, tantôt amincie, près de Dôle, conserve en partie ses Spongiaires, mais perd sa couleur gris-foncé et son aspect poudinguiforme pour passer à un faciès plus finement grumeleux.

Toutes ces formations, par l'abondance des Pholadomyes, des Serpules et des *Ostrea*, aussi bien que par la présence de la pyrite et du gypse, me paraissent accuser des eaux peu profondes et voisines d'un rivage, qui devait être près de la Serre.

Les changements de faciès et de faune indiquent que ces eaux s'approfondissaient un peu vers l'est ou vers Salins.

II. — Corallien.

Les trois groupes que je rattache au Corallien se comportent comme il suit.

Les calcaires à Polypiers qui forment le groupe inférieur se trouvent en couches assez régulières près de Laudon, où ils sont immédiatement plaqués sur les couches à Spongiaires. Ils forment une sorte de récif enchevêtré de Spongiaires près de Monnières. Ils ont une allure intermédiaire près du canal de St-Ylie, c'est-à-dire qu'ils sont en couches, mais que beaucoup de Spongiaires s'y trouvent mêlés aux Polypiers. Près d'Archelange, ils passent à un calcaire oolithique à Nérinées. Près de Fraisans, ils sont remplacés par un calcaire encrinitique riche en *Ostrea*, en *Pecten* et en baguettes de *Cidaris florigemma*. Vers Byans, ils sont oolithiques et contiennent quelques *Diceras* et des Nérinées. A Port-Lesney et à La Chapelle, ils deviennent presque compactes et renferment quelques Nérinées avec des Encrines et de rares Spongiaires.

Les alternances de calcaire oolithique et de calcaire à Polypiers qui forment le groupe moyen se présentent très nettement sous cette forme au canal de St-Ylie, où ils contiennent beaucoup de débris de *Cidaris* et de *Rhynchonella* voisines de la *Rh. pinguis*.

Lorsqu'on s'avance vers le Jura, on les voit former un puissant récif à Fraisans, de petits récifs au voisinage d'Etrepigny, passer au calcaire subcompacte à *Diceras* près de Rans, former un calcaire oolithique près de Villars-St-Georges, se remontrer à l'état de calcaires construits et confusément stratifiés près de Byans et passer enfin au calcaire subcompacte avec un faible lit de Polypiers au voisinage de la Chapelle.

Le dernier groupe du Corallien, ou celui des calcaires compacts, est bien visible toujours près de St-Ylie. On y rencontre çà et là quelques couches minces contenant encore des Polypiers. Lorsqu'on se porte vers Foucherans, il semble que les assises deviennent de plus en plus grumeleuses et tendent à passer à la marne. Dans la direction contraire, c'est-à-dire vers le nord-est, ce calcaire est

compact près de Rans ; il passe à l'état de calcaire construit au grand récif de Fraisans, devient très oolithique avec Polypiers près de Byans et redevient compact avec deux ou trois niveaux de calcaires construits et quelques lits oolithiques avec petits gastéropodes au voisinage de la Chapelle.

Pour résumer encore ce qui concerne cette série corallienne, nous remarquons :

1° Que les Polypiers vivent en quelque sorte implantés sur les Spongiaires près de Dôle.

2° Qu'ils montent de niveau à mesure que l'on se porte vers Salins.

3° Que les calcaires qui les accompagnent sont généralement oolithiques et montent de niveau avec eux.

4° Que çà et là, soit au voisinage de la Serre, soit du côté de Salins, ils forment de vrais récifs qui tranchent sur le reste des formations mieux stratifiées.

J'ajouterai qu'à l'exemple des bancs à Spongiaires, les vrais récifs ont un aspect bréchiforme dû aux différences de couleur et de formes des organismes qui les constituaient. Le fait est surtout visible, près du cimetière de Fraisans, au grand récif dont je viens de parler.

De ces faits, on peut tirer la conclusion que, durant le Corallien, les rivages de la Serre se reculaient vers l'est et que, sur le fond des mers, les Polypiers se reculaient aussi, formant des récifs en certains points plus favorables et ne constituant que de faibles assises en d'autres, où les conditions de leur développement étaient moins bien réalisées.

Quant aux chailles ou sphérites siliceux de l'Oxfordien, qui semblent se multiplier en s'éloignant de Dôle vers le Jura, il était intéressant d'en rechercher l'origine. Je puis dire ici que j'en ai étudié un certain nombre et que j'y ai souvent trouvé la trame d'un Spongiaire. J'ai rencontré la même trame dans les silex, auxquels elles passent parfois, et dans le pseudo-fer pisolithique de Byans. La même trame se retrouve aussi dans la plupart des silex du Bajocien, soit à la Serre, soit dans le Jura proprement dit. Si donc les chailles sont bien dues à des Spongiaires, ceux-ci varieraient de niveau dans l'Oxfordien comme les Polypiers dans l'étage suivant, mais en sens précisément contraire. En passant ainsi de l'Oxfordien moyen vers Salins à l'Oxfordien supérieur, près de Dôle, ils indiqueraient que la mer s'affaissa du côté de l'ouest à l'époque de l'Oxfordien, pour commencer ensuite un mouvement ascensionnel au début du Corallien.

C'est une idée qui a été déjà émise par M. Choffat et que je suis porté à regarder comme très probable. Mais il est un point sur lequel je ne puis me trouver d'accord avec lui, c'est quand il dit, sur la foi de M. Zittel, que les Spongiaires du groupe des Hexactinelles se sont développés en eaux profondes. Je viens de parler des Spongiaires de Dôle, qui sont pour la plupart des Hexactinelles, j'ai vu ceux des couches de Birmensdorf soit à la Billande, soit à St-Claude, j'ai observé en beaucoup d'endroits ceux du Glypticien et de l'Astartien. Partout j'y ai vu fourmiller des Serpules et des Huîtres. Les chailles sont elles-mêmes couvertes des mêmes organismes. Il me semble difficile d'admettre que les Serpules et les Huîtres vivaient autrefois à de grandes profondeurs. A Dôle, du reste, les Spongiaires se lient intimement aux Polypiers, qui passent aux yeux de tous les géologues pour aimer surtout les eaux peu profondes.

Une dernière remarque que je ferai en terminant concerne l'aspect que présentent parfois dans le Jura dôlois les assises construites. Nous venons de voir que celles à Spongiaires de Dôle ressemblent à des poudingues ou à des brèches lorsqu'elles ont été exposées à l'air, et que plus loin, vers Salins, elles deviennent grumeleuses. Nous avons vu aussi que le récif de Fraisans a l'aspect bréchiforme. Ces deux cas ne sont pas les seuls. J'ai remarqué en effet que beaucoup de brèches qu'on trouve dans le Virgulien et dans le Portlandien des environs de St-Claude sont aussi dues à des Spongiaires.

J'ai constaté qu'on observe aussi la trame d'organismes inférieurs dans beaucoup de fragments des brèches de Bachant, qui ont tant préoccupé les géologues et qui étaient pour eux l'indice d'une émersion du sol durant le dépôt du Carbonifère marin du nord. Beaucoup de calcaires dévoniens de Ferques ne paraissent aussi devoir leur aspect bréchiforme qu'à la présence d'organismes inférieurs.

Note de M. Sarasin

Bull. Soc. Géol. de France 3me Série T. XXI. Pl. IV.
(Séance du 15 Mai 1893)

Genres Oppelia et Sonneratia

Procédé G. Pilarski, A. Murat et Cie

Bull. Soc. Géol. de France

3me Série T. XXI. Pl. M.
(Séance du 15 Mai 1893)

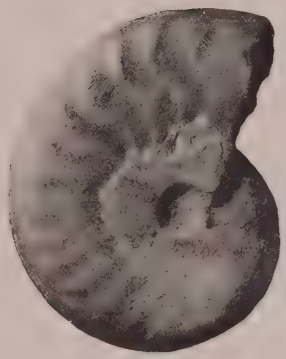
Genres Oppelia et Sonneratia

Procédé G. Pilarski, A. Murat et Cie

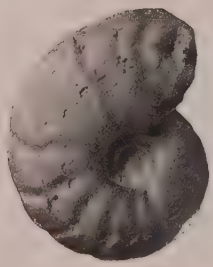
Bull. Soc. Géol. de France

3me Série T. XXI. Pl. VI.
(Séance du 15 Mai 1893)

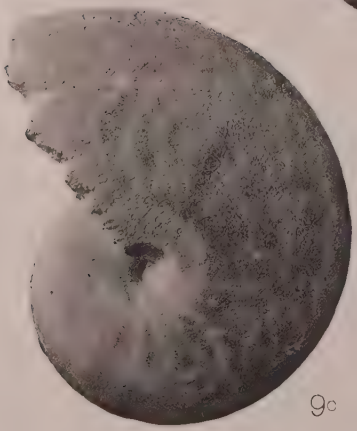
10c



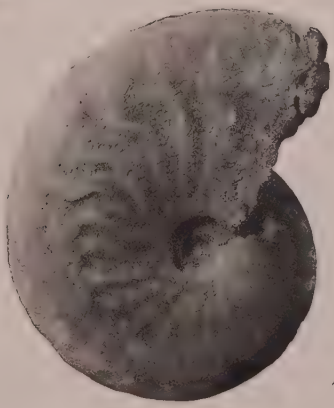
12c



6c



9c



11c

Genres Oppelia et Sonneratia

Procédé G. Pilarski, A. Murat et Cie

EXTRAIT DU RÈGLEMENT CONSTITUTIF DE LA SOCIÉTÉ

APPROUVÉ PAR ORDONNANCE DU ROI DU 3 AVRIL 1833

ART. III. — Le nombre des membres de la Société est illimité (1). Les Français et les Etrangers peuvent également en faire partie. Il n'existe aucune distinction entre les membres.

ART. IV. — L'administration de la Société est confiée à un Bureau et à un Conseil, dont le Bureau fait essentiellement partie.

ART. V. — Le Bureau est composé d'un président, de quatre vice-présidents, de deux secrétaires, de deux vice-secrétaires, d'un trésorier, d'un archiviste.

ART. VI. — Le président et les vice-présidents sont élus pour une année ; les secrétaires et les vice-secrétaires, pour deux années ; le trésorier, pour trois années ; l'archiviste, pour quatre années.

ART. VII. — Aucun fonctionnaire n'est immédiatement rééligible dans les mêmes fonctions.

ART. VIII. — Le Conseil est formé de douze membres, dont quatre sont remplacés chaque année.

ART. IX. — Les membres du Conseil et ceux du Bureau, sauf le président, sont élus à la majorité absolue. Leurs fonctions sont gratuites.

ART. X. — Le président est choisi, à la pluralité, parmi les quatre vice-présidents de l'année précédente. Tous les membres sont appelés à participer à son élection, directement ou par correspondance.

ART. XI. — La Société tient ses séances habituelles à Paris, de novembre à juillet (2).

ART. XII. — Chaque année, de juillet à novembre, la Société tiendra une ou plusieurs séances extraordinaires sur un des points de la France qui aura été préalablement déterminé. Un Bureau sera spécialement organisé par les membres présents à ces réunions.

ART. XIV. — Un *Bulletin* périodique des travaux de la Société est délivré gratuitement à chaque membre.

ART. XVII. — Chaque membre paye : 1° un droit d'entrée ; 2° une cotisation annuelle. Le droit d'entrée est fixé à la somme de 20 francs. Ce droit pourra être augmenté par la suite, mais seulement pour les membres à élire. La cotisation annuelle est invariablement fixée à 30 francs. La cotisation annuelle peut, au choix de chaque membre, être remplacée par le versement d'une somme fixée par la Société en assemblée générale. *(Décret du 12 décembre 1873)*. (3).

(1) Pour faire partie de la Société, il faut s'être fait présenter dans l'une de ses séances par deux membres qui auront signé la présentation, avoir été proclamé dans la séance suivante par le Président, et avoir reçu le diplôme de membre de la Société *(Art. 4 du règlement administratif)*.

(2) Pour assister aux séances, les personnes étrangères à la Société doivent être présentées chaque fois par un de ses membres. *(Art. 42 du règlement administratif.)*

(3) Cette somme a été fixée à 400 francs *(Séance du 20 novembre 1871)*.

TABLEAU INDICATIF DES JOURS DE SÉANCE

ANNÉE 1893

Les séances se tiennent à 8 heures 1/2 du soir, rue des Grands-Augustins, 7

Les 1er et 3e lundis de chaque mois.

Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Novembre	Décembre
9	6	6	6*	1	5	6	4
23	20	20	10 24	15	19	20	18

Séance générale annuelle à 3 heures, le Jeudi 6 Avril.

La bibliothèque est ouverte tous les jours, de 1 heure à 6 heures.

COMPOSITION DU BUREAU DE LA SOCIÉTÉ

POUR L'ANNÉE 1893

Président : M. ZEILLER.

Vice-Présidents :

M. GOSSELET. | M. DE GROSSOUVRE. | M. CAREZ. | M. CHAPER.

Secrétaires :

M. DEREIMS, pour la France.
M. THIÉRY, pour l'Etranger.

Vice-Secrétaires :

M. CAYEUX.
M. L. BERTRAND.

Trésorier : M. L. JANET. | *Archiviste* : M. EM. DE MARGERIE.

Membres du Conseil :

M. M. BERTRAND.
M. FISCHER.
M. GAUDRY.
M. MUNIER-CHALMAS.
M. COTTEAU.
M. HAUG.
M. PELLAT.
M. MICHEL LÉVY.
M. DOUVILLÉ.
M. DE LAPPARENT.
M. BERGERON.
M. SCHLUMBERGER.

NOTES & MÉMOIRES INSÉRÉS DANS LES FEUILLES 10-17

(t. XXI).

TARDY. — *Le Quaternaire du Mas d'Azil* (fin)..... 145

CH. SARASIN. — *Etude sur les Oppelia du groupe du Nisus et les Sonneratia du groupe du bicurvatus et du raresulcatus* (Pl. IV-VI), avec 12 figures dans le texte..... 149

F. SACCO. — *Le genre Bathysiphon à l'état fossile* (2 fig.)..... 165

CH. DEPÉRET. — *Sur la classification et le parallélisme du système miocène* (1 fig.)..... 170

ABBÉ BOURGEAT. — *Quelques mots sur l'Oxfordien et le Corallien des bords de la Serre*..... 267

Le Secrétaire-Gérant,
A. DEREIMS.